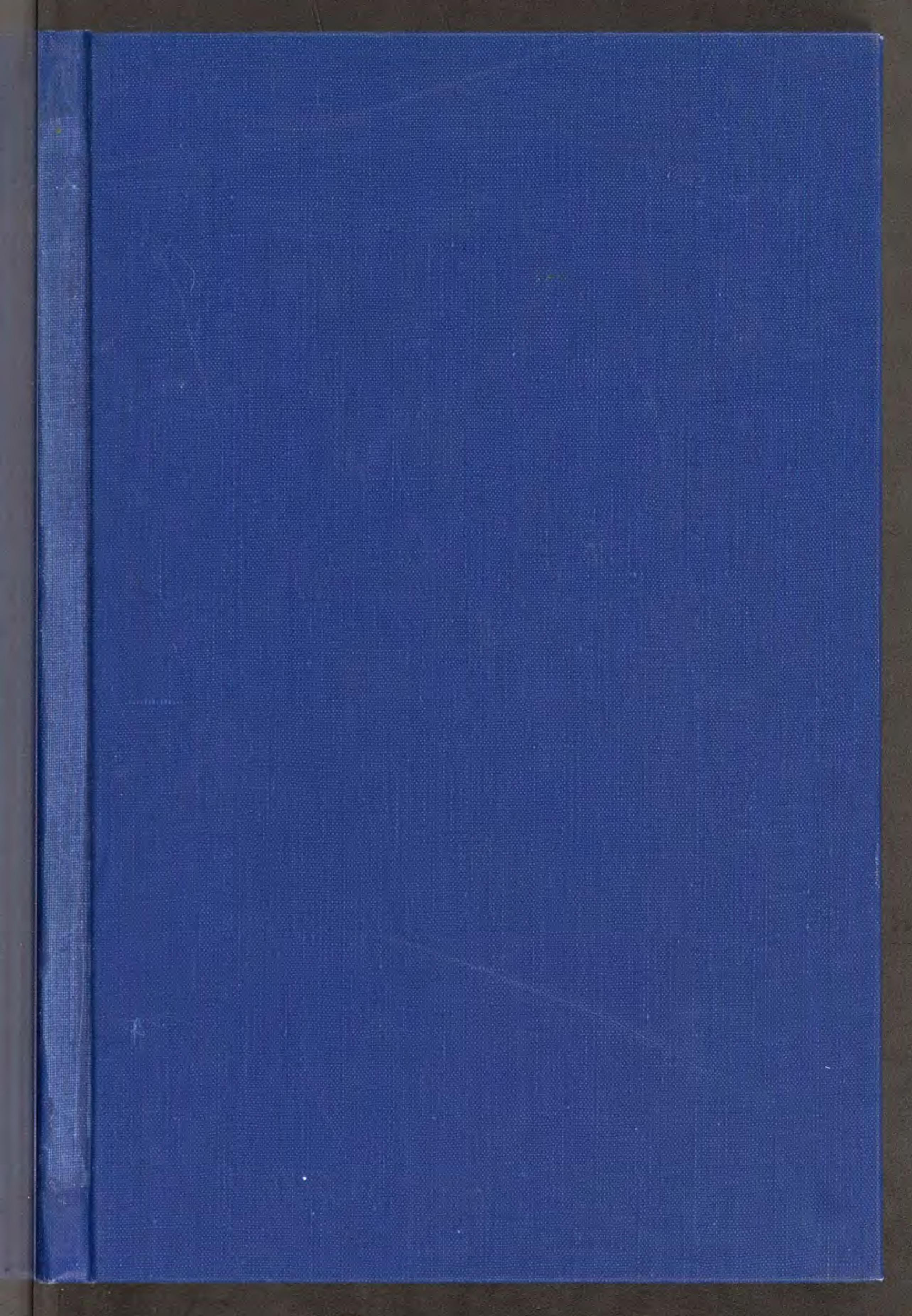



OF·GEMS·&c GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS

Separat-Abdruck aus Mügge-Festband (N. Jahrbuch für Mineralogie etc. Beilageband LVII. Abt. A.) 1927. S. 1—56.

Über Mineralfärbungen.

I. Die Absorption rot gefärbter Mineralien im sichtbaren Teil des Spektrums.

Von

O. WEIGEL und G. HABICH

Mit 16 Textfiguren.

	Seite
A. Einleitung	1
B. Untersuchungsmethode und Untersuchungspräparate	4
C. Absorptionsmessungen	10
a) Granatgruppe	10
1. Almandine	10
2. Pyrope	25
3. Grossulare	27
b) Turmalingruppe	31
c) Quarze	37
d) Topase	41
e) Sonstige Mineralien	44
f) Gefärbte Gläser	54

A. Einleitung.

Wenn man die außerordentlich große Zahl von Abhandlungen überblickt, welche die Frage der Mineralfärbungen behandeln, so fällt die Tatsache auf, daß nur in sehr wenigen Fällen die Färbung selbst auf optischem Wege durch quantitative Ermittlung der Absorptionskurve genau festgestellt worden ist. Diese Tatsache überrascht um so mehr, als alle andern Wege, die zur Ermittlung der Natur des färbenden Bestandteiles eingeschlagen worden sind — so auch die neuerdings zu hoher Vollkommenheit entwickelten spektralanalytischen Verfahren —, keine absolut sicheren Ergebnisse ge-

liefert haben und auch wohl nur in seltenen Ausnahmefällen liefern können. Denn in der Regel enthalten die gefärbten Mineralien eine ganze Reihe von Verunreinigungen nebeneinander, so daß der chemische Nachweis ihres Vorhandenseins dann noch immer keine Antwort auf die Frage gibt, welcher Fremdstoff die Färbung bedingt. Und oft wird andererseits eine so geringe Menge eines Fremdstoffes die Färbung verursachen, daß ihr Nachweis durch ein chemisches oder spektralanalytisches Verfahren ausgeschlossen ist. Angesichts dieser Verhältnisse erscheint es unbedingt geboten, neben den modernen spektralanalytischen Methoden die quantitative Ermittlung der Absorptionsspektren der gefärbten Mineralien im sichtbaren und ultravioletten Teile des Spektrums zur Klärung der vorliegenden Frage heranzuziehen. Erst die Kenntnis der Absorptionskurve — und nicht bereits der Farbeindruck auf das unbewaffnete Auge — gibt die Möglichkeit, eine gegebene Mineralfärbung eindeutig zu charakterisieren. Denn Mineralien mit den verschiedenartigsten Absorptionsspektren können dem Auge den gleichen Farbeindruck geben.

Dieser Stand der Dinge gab die Veranlassung, im hiesigen Institute eine größere Reihe von Untersuchungen in Angriff zu nehmen, von denen die vorliegende die erste ist. Der Plan dieser Untersuchungen geht dahin, zunächst ein möglichst umfangreiches Material hinreichend genau ermittelter Absorptionspektren von gefärbten Mineralien wie auch künstlichen Stoffen zusammenzubringen, um dann an der Hand dieses Materials und der auf spektralanalytischem Wege bereits gewonnenen Ergebnisse gesetzmäßige Beziehungen zwischen Absorptionsspektrum und chemischer Natur des färbenden Bestandteiles zu erlangen. Denn es ist zu erwarten, daß in vielen Fällen allochromatischer Färbung der färbende Fremdstoff gewisse Eigentümlichkeiten seines inneren Atomverbandes, die er in freiem Zustande besitzt, beibehält, wenn er in ein fremdes Kristallgitter eingelagert ist. Allerdings ist vorauszusehen, daß bei einer solchen Einlagerung die Eigenschwingungen der Elektronen im färbenden Molekül, welche die Absorption im Ultraviolett und im sichtbaren Gebiet des Spektrums bedingen, in weit stärkerem Maße ver-

ändert werden als die Eigenschwingungen der Ionen, die ja nach den vorbildlichen Untersuchungen Cl. Schaefer's und seiner Schüler im gleichen Falle nur erstaunlich geringe Verschiebungen zu erleiden pflegen. Jedoch ist zu erwarten, daß auch die im Sichtbaren und Ultraviolett liegenden Absorptionskurven einer färbenden Komponente im Typus des Baus erhalten bleiben, wenn der den Fremdstoff dilut aufnehmende Wirt wechselt, daß also im Wesentlichen nur Verschiebungen der gesamten Absorptionskurve bei einem solchen Wechsel auftreten. Eine solche Verschiebung — wie sie ja auch bei Temperaturänderung gefärbter Stoffe mehrfach festgestellt ist — kann zwar den äußeren Farbeindruck weitgehend verändern, so daß derselbe Farbstoff ganz verschiedene Färbung hervorrufen kann, je nachdem in welches Kristallgitter er isomorph eingelagert ist; aber eine Untersuchung der Absorptionskurve würde dann doch durch Ermittlung des typischen Aufbaues derselben Rückschlüsse auf die Natur der färbenden Komponente erlauben. Bei allen diesen Überlegungen ist — wie ohne weiteres ersichtlich — vorausgesetzt, daß es sich nicht um grobdisperse kolloidale allochromatische Färbungen handelt. Die wichtigsten und verbreitetsten allochromatischen Färbungen in der Mineralwelt sind zweifellos nicht durch kolloidale Beimengungen bedingt. Und es erscheint geboten, in diesem Zusammenhange darauf hinzuweisen, daß der Eindruck, den der Leser aus den Darlegungen des Buches „Pyrosole“ von R. Lorenz und W. Eitel gewinnen kann, daß die kolloidalen Beimengungen eine sehr bedeutsame Rolle bei den allochromatischen Färbungen der Mineralwelt spielen, ein falscher ist. Auch ist die sich dort auf p. 269 findende Angabe, daß der Rubin kolloidal gefärbt sei, irrig.

Die ersten Abhandlungen der jetzt in Angriff genommenen Untersuchungsreihe sollen im wesentlichen nur Beobachtungsergebnisse liefern und sich aller weitgehenden Schlüsse enthalten, die erst dann mit Aussicht auf wirklichen Fortschritt gezogen werden dürften, wenn ein großes sicheres Beobachtungsmaterial vorliegt.

Wenn man die Ergebnisse der vorliegenden ersten und besonders der ihr folgenden zweiten Abhandlung der Untersuchungsreihe betrachtet, die sich im Wesentlichen auf rot-

gefärbte Granate, Rubin und Spinell beschränken, so ist festzustellen, daß hier der eingeschlagene Weg der genauen Untersuchung der Absorptionsspektren sich als durchaus erfolgreich bisher bewährt hat, so daß zu hoffen ist, daß auch die Fortsetzung dieser Untersuchung und ihre Ausdehnung auf weitere Mineralien zu einer Klärung der Frage der Mineralfärbungen beitragen wird.

B. Untersuchungsmethode und Untersuchungspräparate.

Untersuchungsmethode.

Für die vorliegenden Zwecke kam es weder darauf an, genaue Absolutwerte der Absorption, noch die Abhängigkeit derselben von der Polarisationsrichtung im Kristall zu ermitteln. Es wurde daher als Meßinstrument das Vierordt'sche Spektralphotometer in seiner neuen verbesserten Form verwandt. Das Instrument arbeitet durchaus analog dem König-schen Spektralphotometer, nur daß die Herstellung der gleichen Helligkeit der beiden Gesichtsfeldhälften nicht wie bei dem König'schen Instrument unter Verwendung polarisierender Vorrichtungen erfolgt, sondern durch meßbare Veränderung einer Spaltweite. Damit fällt die bei doppelbrechenden Kristallen sonst erforderliche mühsame Orientierung der Untersuchungsobjekte gegen die polarisierenden Vorrichtungen fort. Die Genauigkeit der Vierordt'schen Meßeinrichtung ist zweifellos erheblich geringer, aber für die vorliegenden Zwecke mehr als ausreichend. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Beleuchtung der beiden Photometerspalte wurde eine Martens'sche Beleuchtungseinrichtung vorgeschaltet. Als Lichtquelle diente im allgemeinen eine 50kerzige Metallfadenlampe. Geeicht wurde das Photometer mit Linien des Quecksilberspektrums und ferner mit Linien von Natrium, Lithium und Thallium. Die Genauigkeit der Messungen war abhängig von der Größe der gewählten Spaltweiten, die ihrerseits bedingt wurden von der Durchlässigkeit der Versuchspräparate. Bei den im folgenden mitgeteilten Meßresultaten betrug die erreichbare Genauigkeit nach angestellten Versuchen bei Spaltweite 3: 4,3 %, bei Spaltweite 5: 4,4 % und

bei Spaltweite 10: 4,5 %. Wurde eine Bogenlampe statt der Metallfadenlampe zur Beleuchtung verwandt, dann waren die entsprechenden Werte 9,1 %, 9,6 % und 12 %.

Soweit die Dicke der Präparate zu ermitteln war, wurde die Absorption durch den Bunsen'schen Extinktionskoeffizienten $E = -\frac{\log D}{d}$ dargestellt, wobei D die Durchlässigkeit und d die Plattendicke ist. Im Allgemeinen wurde die Plattendicke mit dem Sphärometer bestimmt; jedoch auch in den Fällen, wo die Dicke der Präparate nicht meßbar war, wurden die E-Werte errechnet, indem für d ein Schätzungswert eingesetzt wurde, da es nur darauf ankam, die relative Größe der E-Werte bei verschiedenen Wellenlängen zu erhalten.

Die gewonnenen Messungsergebnisse (E-Werte) wurden durch Kurven graphisch dargestellt, wobei in vielen Fällen eine Reduktion der Werte stattfinden mußte, um mehrere Kurven in einer Figur vereinigen zu können. Der hierbei verwendete Reduktionsfaktor ist bei den entsprechenden Tabellen stets angegeben.

Untersuchungs-Präparate.

Zur besseren Charakterisierung der Präparate wurden folgende Konstanten bei einer Reihe von ihnen ermittelt.

Die Dichte wurde nach der Auftriebsmethode mit einer analytischen Wage bestimmt. Die auf zwei Dezimalen genauen Werte beziehen sich auf Zimmertemperatur und sind nicht auf 4^0 reduziert.

Die Ermittlung der Brechungsindizes erfolgte nach der Prismenmethode, wobei die Meßgenauigkeit drei Dezimalen betrug.

Auf vollkommene Politur wurde, um Mühe und Zeit zu sparen, kein großer Wert gelegt, zumal es hier auf Absolutwerte der Absorption nicht ankommt, da die Mengen der färbenden Bestandteile stets unbekannt sind. Hinsichtlich der Oberflächenbeschaffenheit wurden drei Politurgrade I, II, III unterschieden, von denen der erste der vollkommensten Politur entspricht.

Von mehreren Präparaten führte das Städtische Untersuchungsamt Kassel durch Herrn Dr. Lösner quantitative

Liste der

Mineral	Fundort	Dicke	Dichte
Almandin 1	Uratara auf Ceylon	1,98 mm	3,89
„ 2	Namaputa	1,84 „	3,98
„ 3	Lindy, Deutsch-Ostafrika	2,61 „	3,85
„ 4	Ceylon	1,65 „	4,14
„ 5	unbekannt	1,89 „	4,24
„ 6	Ostindien	1,54 „	4,18
„ 7	Madulke bei Kandy, Ceylon	1,36 „	3,89
„ 8	Ceylon	1,51 „	4,12
„ 9	unbekannt	1,52 „	4,00
„ 10	Arendal	1,5 „	3,98
„ 11	Rajputana, Ostindien	1,79 „	3,89
„ 12	Grönland	0,58 „	4,00
„ 13	Paregebirge	0,54 „	3,91
„ 14	Arendal	Dünnschliff	—
Pyrop 1	Deutsch-Südwestafrika	1,19 mm	3,69
„ 2	Spanien	1,75 „	3,73
Grossular 1	Xalastoc, Morelos, Mexiko	—	—
„ 2 (Hessonit)	Ceylon	2,19 „	3,66
Grossular 3 (Hessonit)	Ceylon	0,89 „	3,43
Turmalin 1	Minas Geraes	3,31 „	3,05
„ 2	Pala	5,35 „	3,03
„ 3	Sibirien	4,91 „	3,02
„ 4	Wolkenburg i. Sachsen	1,37 „	3,00
„ 5	Brasilien	2,01 „	3,05
„ 6	Elba	1,79 „	3,01
Quarz 1 (Amethyst)	Nord-Karolina	9,53 „	2,64
Quarz 2 (Amethyst)	Orient (Ceylon?)	3,01 „	2,62
Quarz 3 (Rosenquarz)	Bayrischer Wald	5,57 „	2,65
Quarz 4 (Amethyst gebrannt)	unbekannt	3,73 „	2,66
Quarz 5 (gebrannt)	Spanien	6,53 „	2,64
Topas 1	Brasilien	3,34 „	3,53
„ 2	Brasilien	3,14 „	3,49

Untersuchungspräparate

Brechungs-index n_D	Oberflächen-beschaffen-heit	Bemerkungen
1,762	Politur II	rosarot
1,774	„ II	rotbraun
1,767	„ II	tiefrot
1,801	„ II	violett, rissig mit kleinen Einschlüssen
1,815	„ II	„ „ „ „ „
1,801	„ I	„ „ „ „ „
1,760	„ I	rosa
1,812	„ II	violett, dunkler Einschluß
1,773	„ I	violett
1,812	„ II	„
1,765	„ II	blaurot
1,775	„ II	rot, derb mit Einschlüssen
1,785	„ III	blaurot
—	in Canadabalsam eingebettet	braunrot, rissig mit dunklen Einschlüssen
1,744	Politur II	rotviolett, kleine Einschlüsse
1,737	„ II	blaurot
—	in Canadabalsam eingebettet	rosa, inhomogen mit hellen Einschlüssen
1,748	Politur I	honiggelb
1,744	„ II	„
—	„ II	tiefrosa, parallel z. c-Achse geschnitten
—	„ II	rosa „ „ „ „
—	„ I	rot, senkrecht „ „ „
—	„ I	rosa, parallel „ „ „
—	„ II	rotgrün, parallel „ „ „
—	„ I	rosa, senkrecht „ „ „
—	„ I	wolkig, zonenweise gefärbt
—	„ I	Geschiebe, wolkig, tief violett
—	„ I	schwachrosa
—	„ I	weingelb
—	„ I	gelbbraun
—	Politur II	honiggelb, parallel der c-Achse geschnitt.
—	„ II	„ senkrecht „ „ „

Liste der

Mineral	Fundort	Dicke	Dichte
Topas 3 (gebrannt)	Brasilien (Villarica)	4,47 mm	3,51
Topas 4 (gebrannt)	Brasilien	2,85 „	3,42
Manganspat	Niederdreisbach	1,31 „	3,71
Eudyalith 1	Grönland	Dünnschliff	2,88
„ 2	Grönland	„	2,85
Apatit	Ehrenfriedersdorf	„	3,21
Kunzit	Madagaskar.	33,03 mm	3,11
Kalkspat	Richelsdorf	Dünnschliff	—
Zinkit	unbekannt	„	—
Zirkon	Tasmanien	2,12 mm	4,65
Flußspat	Göschenen	8,85 „	3,17
Karneol	unbekannt	1,53 „	2,61
Brookit	Tremaddoc, Nordwales.	0,41 „	4,17
Wulfenit	Arizona	1,02 „	6,81
Rotes Glas 1	. . . .	0,37 „	—
„ „ 2	. . . .	1,41 „	—

chemische Analysen aus, deren Ergebnisse weiter unten bei den Absorptionsmessungen der einzelnen Präparate angeführt sind. Bei einigen Präparaten mit genauen Fundortsangaben sind aus der Literatur stammende Analysenergebnisse mitgeteilt.

Die von Herrn Dr. Lösner angewandte Analysenmethode ist nach seiner Angabe folgende:

Die Aufschließung erfolgte mit einem Gemisch von Kalium- und Natriumcarbonat. Es wurde mindestens das Fünffache der Einwage an Carbonat zugegeben. Die Einwage betrug zweckmäßig ein Gramm. Zunächst wurde über einem gewöhnlichen Bunsenbrenner bis zum ruhigen Schmelzfluß erhitzt und etwa eine Stunde im Feuer gelassen. Erst dann erhitzte man über dem Gebläse und steigerte die Temperatur so hoch wie möglich und erhielt mindestens $\frac{1}{2}$ Stunde im Schmelzen. Dann nahm man in verdünnter Salzsäure auf wie üblich und bestimmte die Kieselsäure. Der beim Abrauchen der Kieselsäure mittels Flußsäure verbliebene Rest wurde

Untersuchungspräparate

Brechungs-index n_D	Oberflächen-beschaffen-heit	Bemerkungen
—	Politur II	rosa, parallel der c-Achse geschnitten
—	„ II	violett, „ „ „ „
—	„ III	hellrosa, enthält Einschlüsse
—	—	violett bis braun, starke Einschlüsse
—	—	„ „ „ „ „
—	—	blauviolett
—	Politur I	schwachviolett, vollkommen durchsichtig
—	—	rot bis violett
—	—	tiefrot
—	Politur II	dunkelbraunrot
—	„ III	blaßrot, rissig u. wolkig, Einschlüsse
—	„ I	hellbraunrot, wolkig
—	„ III	tiefbraun
—	„ II	orangerot
—	„ I	hellrot mit Stich ins Blaue
—	„ I	tiefrot

aufgeschlossen und zur Lösung der Basen zugegeben. Die Metalle der Tonerdegruppe wurden nach der vollständigen Oxydation heiß mit einem Überschuß an Ammoniak gefällt und mit etwas Wasserstoffsuperoxyd heiß versetzt, wodurch alles Mangan mitgefällt wurde und etwa vorhandenes Chrom als Chromat in Lösung ging. Das Auswaschen der Niederschläge erfolgte mit siedendem Wasser bis zum völligen Aufhören der Chlorreaktion. Die Fällung wurde wiederholt, um mitgerissenes Alkali zu entfernen.

Die Filtrate wurden eingedampft (Filtrat A). Die in einem Platintiegel gesammelten Tonerdeniederschläge wurden gewogen und mit Kaliumbisulfat vorsichtig aufgeschlossen. Man nahm die Schmelze mit schwach schwefelsäurehaltigem Wasser auf, versetzte die Lösung mit einigen Gramm Ammonpersulfat und erwärmte etwa vier Stunden auf 80^0. Hierbei schied sich Mangan als Mangandioxyd ab. Das Filtrat vom Mangandioxyd wurde mit Weinsäure versetzt und das Eisen

gewichtsanalytisch nach Treadwell (Analytische Chemie. 11. Aufl. Bd. II. p. 99) bestimmt, da maßanalytische Methoden zur Eisenbestimmung leicht wegen der Anwesenheit seltener Metalle versagen. Im Filtrat A bestimmte man eventuell Chrom-, Calciumoxyd und Magnesia. Wegen Mangels an Material konnte auf Alkalien, die übrigens nur in ganz geringen Mengen in den analysierten Präparaten vorhanden sein können, nicht geprüft werden. Bei mehreren der durchgeführten Analysen überschritt die Gesamtsumme 100 % um Werte, die über die Fehlergrenze der Methode hinausgehen.

Die Ursache hierfür konnte bisher trotz Ausführung von Kontrollanalysen noch nicht restlos aufgeklärt werden.

C. Absorptionsmessungen.

a) Granatgruppe.

Die untersuchten roten Granate wurden getrennt in Almandin, Pyrop und Grossular. Hierbei wurden entsprechend den Angaben Doelter's in seinem Handbuch der Mineralchemie Bd. II, 2 als Pyrop solche Granate bezeichnet, deren Brechungsindex unter 1,74 und deren Dichte unter 3,89 lag. Der Brechungsindex der Almandine liegt dagegen zwischen 1,74 und 1,91, seine Dichte zwischen 3,89 und 4,25.

1. Almandine.

Die Absorptionskurve zeigt Maxima bei etwa 570 mμ und 500 mμ (Almandin 1—11).

Almandin 1 (Tab. 1 Fig. 1).
Fundort Uratara auf Ceylon. Plattendicke: 1,98 mm.

Das rosarot gefärbte klare Präparat wurde bei einer unteren Spaltweite von 3 Einheiten gemessen und zeigte ein schwächeres Maximum bei 567 mμ, ein zweites scharf ausgeprägtes bei 504 mμ. Der Abfall zum Violett war steil und fast geradlinig; jenseits 467 mμ trat so starke Absorption ein, daß weitere Messungen zum Violett ungenau wurden.

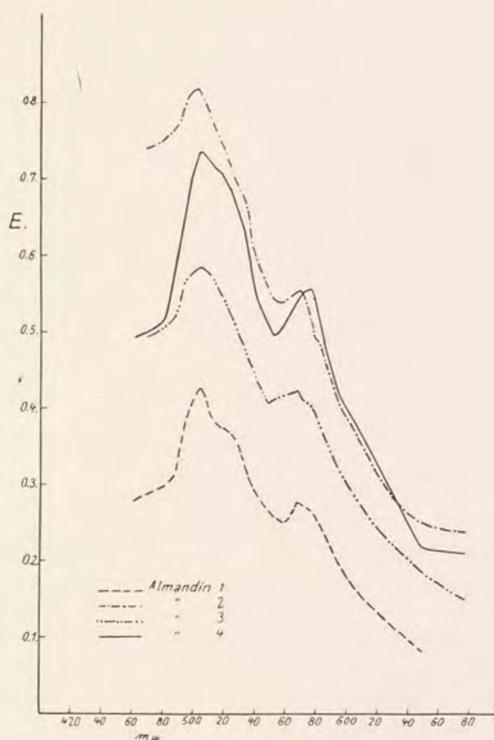


Fig. 1.

Tabelle 1.

m μ	D	E	m μ	D	E
648	0,6772	0,0855	533	0,2257	0,3265
624	0,5642	0,1255	530	0,2083	0,3441
612	0,5211	0,143	527	0,1963	0,3571
604	0,4669	0,1671	524	0,1881	0,3665
600	0,4514	0,1745	520	0,1830	0,3725
596	0,4232	0,1886	513	0,1782	0,3783
592	0,3837	0,2101	511	0,1693	0,3896
588	0,3660	0,2256	509	0,1539	0,4105
584	0,3472	0,232	506	0,1472	0,4203
581	0,3239	0,2473	504	0,1425	0,4274
578	0,3009	0,2634	502	0,1456	0,4226
575	0,2944	0,2682	500	0,1507	0,4151
571	0,2881	0,273	498	0,1593	0,4029

m μ	D	E	m μ	D	E
567	0,2821	0,2776	496	0,1651	0,3861
564	0,3009	0,2634	494	0,1736	0,3841
561	0,3078	0,2584	492	0,1881	0,3665
558	0,3149	0,2534	491	0,1991	0,354
554	0,3078	0,2584	490	0,2184	0,3337
551	0,3078	0,2584	488	0,2257	0,3265
546	0,2944	0,2682	486	0,2335	0,319
543	0,2763	0,2821	484	0,2474	0,3064
540	0,2655	0,2909	476	0,2604	0,2951
537,5	0,2462	0,3074	467	0,2708	0,2865
535	0,2376	0,3152	460	0,2821	0,2776

Almandin 2 (Tab. 2 Fig. 1).
Fundort Namaputa, Indien. Plattendicke: 1,84 mm.

Tabelle 2.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3640	0,2385	524	0,04971	0,7084
648	0,3472	0,2497	520	0,04443	0,7348
624	0,2821	0,2987	518	0,04307	0,7424
612	0,2401	0,3367	513	0,03946	0,7631
604	0,2089	0,3696	511	0,03724	0,7766
596	0,1850	0,3983	509	0,03526	0,7897
592	0,1736	0,4133	506	0,03409	0,7973
584	0,1328	0,4765	504	0,03319	0,8038
581	0,1282	0,4848	502	0,03109	0,819
578	0,1227	0,4952	500	0,03135	0,8174
575	0,1096	0,5218	498	0,03161	0,8152
571	0,09728	0,550	496	0,03233	0,8098
567	0,09645	0,5522	494	0,03348	0,8016
564	0,09812	0,5491	492	0,03252	0,8041
561	0,09899	0,5459	491	0,03451	0,7946
558	0,1008	0,5416	490	0,03737	0,7755
554	0,1017	0,5395	488	0,03787	0,7728
551	0,09986	0,5435	486	0,03891	0,7663
543	0,08484	0,5823	484	0,03973	0,7614
537,5	0,07280	0,6185	476	0,04210	0,7478
533	0,05877	0,6689	467	0,04340	0,7405

Die gut polierte rotbraune Platte wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen und zeigte ähnlich wie Almandin 1 Maxima bei 567 mμ und 502 mμ; auf der nach Violett abfallenden Seite der Kurve zeigte sich außerdem noch bei 492 mμ ein deutlich ausgeprägtes Maximum, das bei den anderen Almandinen meist nur schwach angedeutet ist. Eine von Geh. Oberbergrat B o r n h a r d t , dem das Institut das Mineral verdankt, mitgeteilte Analyse des Almandins ergab 38,87 % $Si O_2$, 23,15 % $Al_2 O_3$, 20,55 % Fe O, 11,74 % Mg O, 5,58 % Ca O.

Almandin 3 (Tab. 3 Fig. 1).
Fundort Lindy, Deutsch-Ostafrika. Plattendicke: 2,61 mm.

Tabelle 3.

mμ	D	E	mμ	D	E
677	0,403	0,1512	527	0,04802	0,5054
648	0,3319	0,1835	524	0,04357	0,5215
624	0,2453	0,2338	522	0,04179	0,5284
612	0,2089	0,2605	520	0,04016	0,5349
604	0,1881	0,278	518	0,03749	0,5464
596	0,1546	0,3106	516	0,03526	0,5567
588	0,1254	0,3455	513	0,03319	0,5667
584	0,1117	0,3647	511	0,03224	0,5717
578	0,09249	0,3962	509	0,03075	0,5793
575	0,08816	0,4042	506	0,03058	0,5804
571	0,08484	0,4103	504	0,03001	0,5835
567	0,07836	0,4238	502	0,03033	0,5816
564	0,08003	0,4203	500	0,03058	0,5804
561	0,08118	0,418	498	0,03092	0,5785
554	0,08177	0,4165	496	0,03179	0,5739
551	0,08297	0,4142	494	0,03299	0,5678
548,5	0,08614	0,4065	492	0,03472	0,559
546	0,08237	0,4153	491	0,03736	0,5471
543	0,07729	0,426	490	0,04002	0,5356
540	0,07375	0,4337	488	0,04258	0,5253
537,5	0,06839	0,4463	484	0,04625	0,5115
535	0,06067	0,4663	476	0,04906	0,5015
533	0,05532	0,4816	467	0,05129	0,4943
530	0,05129	0,4943			

Das schön rot gefärbte Präparat zeigte, bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen, Maxima bei 567 m μ und 504 m μ, genau wie Almandin 1 und 2. Das Maximum bei 492 m μ war nicht ausgebildet, der Abfall zum Violett war schwach, der Anstieg der Kurve vom Rot bis zum ersten Maximum steil. Analyse (ausgeführt von Dr. Lösner, Kassel):

SiO_2	40,28 %
FeO	18,53 „
MnO	1,05 „
Al_2O_3	28,41 „
CaO	2,93 „
CaF_2	2,69 „
MgO	10,34 „
	104,23 %

Almandin 4 (Tab. 4 Fig. 1).
Fundort Ceylon. Plattendicke: 1,65 mm.

Tabelle 4.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,4514	0,2093	533	0,09259	0,6263
648	0,4401	0,2160	524	0,07586	0,6788
639	0,3841	0,2518	518	0,06839	0,7061
624	0,3113	0,3071	513	0,06614	0,7146
612	0,2778	0,3372	511	0,06495	0,7194
604	0,2508	0,3641	509	0,06357	0,7255
596	0,2124	0,4078	506	0,06291	0,7279
584	0,1480	0,5029	504	0,06099	0,7364
581	0,1347	0,5276	502	0,06141	0,7346
578	0,1245	0,5484	500	0,06491	0,7194
575	0,1204	0,5572	498	0,06918	0,7030
571	0,1228	0,5520	496	0,07554	0,680
567	0,1263	0,5446	494	0,07989	0,6497
564	0,1328	0,5314	492	0,08807	0,6394
561	0,1413	0,5150	490	0,1062	0,5902
554	0,1505	0,4985	484	0,1337	0,5293
551	0,1517	0,4964	476	0,1468	0,5050
548,5	0,1456	0,5072	467	0,1517	0,4964
543	0,1347	0,5276	460	0,1543	0,4919
537,5	0,1115	0,5774			

Dieser eigentümlich violett gefärbte Almandin zeigte bei einer unteren Spaltweite von 8 Einheiten gemessen ein Maximum, das entgegen denjenigen von Almandin 1—3 um 8 m μ nach Rot verschoben war und bei 575 m μ lag. Das Hauptmaximum lag wieder bei 504 m μ. Bemerkenswert war der anfänglich schwache Anstieg vom Rot und der schwache Abfall zum Violett. Da der Kristall sich sehr gut messen ließ, war die Lage des Absorptionsmaximums auf $\pm$ 2 m μ genau bestimmbar.

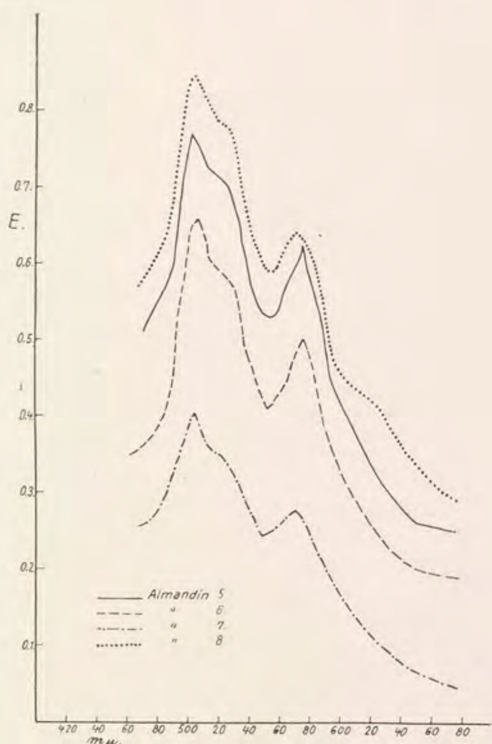


Fig. 2.

Almandin 5 (Tab. 5 Fig. 2).
Fundort unbekannt. Plattendicke: 1,89 mm.

Der Almandin zeigte die gleiche violette Farbe wie Almandin 4; seine Maxima lagen bei 575 m μ und 502 m μ. Auch hier war der Anstieg vom Rot und der Abfall zum Violett flach. Die Weite des unteren Spaltes betrug 3 Einheiten.

Tabelle 5.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3385	0,2489	527	0,05689	0,6587
648	0,3239	0,25905	524	0,04606	0,7074
624	0,2462	0,3221	520	0,04454	0,7148
616	0,2184	0,3496	516	0,04396	0,718
604	0,1693	0,4081	513	0,04285	0,7238
600	0,1612	0,4194	511	0,03959	0,7418
592	0,1354	0,4595	509	0,03868	0,7474
588	0,1042	0,5196	506	0,03699	0,7577
584	0,09027	0,5524	504	0,03582	0,7651
581	0,07965	0,5815	502	0,03545	0,7674
578	0,07607	0,5921	500	0,03601	0,7638
575	0,07053	0,6247	498	0,04103	0,7339
571	0,07442	0,5968	496	0,04735	0,7009
567	0,08276	0,5725	494	0,05129	0,6825
564	0,08359	0,56906	492	0,06018	0,6458
561	0,09027	0,5524	491	0,06269	0,6365
558	0,09812	0,5333	490	0,07280	0,6021
554	0,09812	0,5333	488	0,07873	0,5841
551	0,09812	0,5333	486	0,08157	0,5759
546	0,09536	0,540	484	0,08359	0,5704
540	0,08109	0,5772	480	0,09149	0,5495
537,5	0,06944	0,6127	476	0,1049	0,5181
533	0,05837	0,6529	470	0,1092	0,5089

Almandin 6 (Tab. 6 Fig. 2).
Fundort Ostindien. Plattendicke: 1,54 mm.

Die violett gefärbte Platte wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten untersucht und zeigte Maxima bei 575 und 506 m μ. Der Kurvenverlauf war analog demjenigen von Almandin 4 und 5.

Tabelle 6.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,5129	0,1882	535	0,1589	0,5188
648	0,4906	0,2008	530	0,1343	0,5662
624	0,403	0,2563	524	0,1268	0,5824
612	0,3640	0,285	520	0,1226	0,5919
604	0,3419	0,3026	516	0,1200	0,5979
596	0,2893	0,3497	513	0,1151	0,6097
588	0,2401	0,4023	511	0,1075	0,629
584	0,2129	0,4362	509	0,1026	0,6421
581	0,1849	0,476	506	0,09686	0,6584
578	0,1763	0,4895	504	0,09899	0,6519
575	0,1684	0,5024	502	0,1008	0,6471
571	0,182	0,4805	500	0,1151	0,6097
567	0,1929	0,4641	498	0,1254	0,5855
564	0,2052	0,4466	496	0,1343	0,5662
561	0,2129	0,4362	492	0,1635	0,5107
558	0,2213	0,4253	491	0,1849	0,476
554	0,2303	0,4141	490	0,2015	0,4517
551	0,2327	0,4112	484	0,2401	0,4023
548,5	0,2213	0,4253	476	0,2655	0,374
543	0,1979	0,4569	467	0,2821	0,3569
537,5	0,1763	0,4895	460	0,2893	0,3497

Tabelle 7.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,8680	0,04521	533	0,3761	0,3123
648	0,806	0,06887	530	0,3640	0,3227
624	0,7217	0,1056	524	0,3419	0,3427
612	0,6448	0,1401	518	0,3319	0,3529
604	0,6099	0,1579	513	0,3271	0,3568
596	0,5642	0,1828	511	0,3135	0,3704
584	0,4906	0,2274	509	0,3049	0,3793
581	0,4702	0,2466	506	0,3009	0,3835
578	0,4514	0,254	504	0,2821	0,4041
575	0,4340	0,2665	502	0,2893	0,396
571	0,4179	0,2769	500	0,2969	0,3878
567	0,4258	0,2726	498	0,3135	0,3704
564	0,4340	0,2665	496	0,3224	0,3615
561	0,4425	0,2604	494	0,3369	0,3474
558	0,4514	0,254	492	0,3472	0,3378
551	0,4606	0,2476	491	0,3582	0,3279
548,5	0,4702	0,2466	488	0,3825	0,3063
546	0,4514	0,254	484	0,4030	0,2902
543	0,4340	0,2665	476	0,4340	0,2665
537,5	0,403	0,2902	467	0,4514	0,254

Almandin 7 (Tab. 7 Fig. 2).
Fundort Madulke bei Kandy, Ceylon. Plattendicke: 1,36 mm.

Die blaß-rosa gefärbte Platte zeigte zwei scharfe Maxima bei 571 m μ und 504 m μ, bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Analyse (ausgeführt von Dr. Lösner, Kassel):

SiO_2	38,76 %
Al_2O_3	23,76 „
FeO	21,61 „
MnO	0,71 „
CaO	5,14 „
Cr_2O_3	Spuren
MgO	12,36 „
	102,34 %

Almandin 8 (Tab. 8 Fig. 2).
Fundort Ceylon. Plattendicke: 1,51 mm.

Die Untersuchung wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten vorgenommen und lieferte Maxima bei 571 m μ und 504 mμ. Bei 485 mμ knickte die Kurve scharf um und verlief langsam abfallend zum Violett. Der Almandin zeigte eine violette Farbe.

Tabelle 8.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3640	0,2907	533	0,08237	0,7179
664	0,3419	0,3087	530	0,07891	0,7305
648	0,3224	0,3256	527	0,06839	0,7715
639	0,2821	0,364	524	0,06638	0,7801
624	0,2351	0,4163	518	0,06411	0,7901
612	0,2257	0,4281	513	0,06002	0,8093
604	0,2129	0,4449	509	0,05877	0,8152
596	0,1963	0,4682	506	0,05425	0,8377
592	0,1763	0,4991	504	0,05273	0,8463
588	0,1505	0,5446	502	0,05373	0,841
584	0,1220	0,605	500	0,05559	0,8377
578	0,1146	0,6231	498	0,06002	0,8093
571	0,1085	0,6388	496	0,06584	0,7828
567	0,1117	0,6305	494	0,07424	0,7477
561	0,1200	0,6098	492	0,08147	0,7212
558	0,1254	0,5971	490	0,09212	0,6861
554	0,1289	0,5892	488	0,1017	0,6574
551	0,1289	0,5892	486	0,1085	0,6388
543	0,1157	0,6203	484	0,1214	0,6065
540	0,1117	0,6305	476	0,1268	0,594
537,5	0,09899	0,6649	472	0,1312	0,5841
535	0,09100	0,6894	467	0,1376	0,5704

Almandin 9 (Tab. 9 Fig. 3).
Fundort unbekannt. Plattendicke: 1,52 mm.

Die Absorptionskurve erreichte bei 575 m μ und 506 m μ ein Maximum, fiel dann steil bis 484 m μ, wo sie wie bei Almandin 8 umknickte und langsam zum Violett auslief. Das violett gefärbte Präparat wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen.

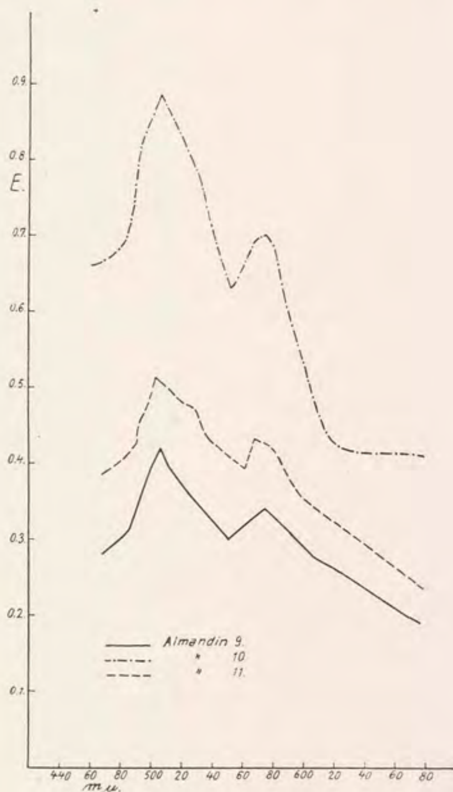


Fig. 3.

Almandin 10 (Tab. 10 Fig. 3).
Fundort Arendal. Plattendicke: 1,5 mm.

Der violette Almandin zeigte nach einem anfangs flachen, dann sehr steil werdenden Anstieg Maxima bei 575 m μ und 506 m μ; von 485 m μ an fiel die Kurve wieder langsam zum Violett ab. Die Weite des unteren Spaltes betrug 10 Einheiten.

Tabelle 9.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,5129	0,1907	533	0,2969	0,3391
664	0,4906	0,2035	524	0,2821	0,3616
648	0,4702	0,2156	520	0,2687	0,3755
639	0,4340	0,2385	516	0,2624	0,3823
624	0,403	0,2597	513	0,2565	0,3887
604	0,3761	0,2794	511	0,2508	0,3952
596	0,3526	0,2978	509	0,2401	0,4076
592	0,3319	0,3151	506	0,2327	0,4166
584	0,3224	0,3234	504	0,2401	0,4076
581	0,3179	0,3274	502	0,2453	0,4015
578	0,3092	0,3353	500	0,2508	0,3952
575	0,3050	0,3393	498	0,2536	0,392
571	0,3092	0,3353	496	0,2624	0,3823
567	0,3224	0,3234	494	0,2752	0,3686
564	0,3224	0,3234	492	0,2931	0,3506
561	0,3271	0,3193	491	0,3009	0,3432
558	0,3319	0,3151	490	0,3092	0,3353
554	0,3419	0,3066	488	0,3179	0,3274
551	0,3472	0,3022	486	0,3319	0,3151
548,5	0,3419	0,3066	484	0,3419	0,3066
546	0,3319	0,3151	476	0,3582	0,2934
537,5	0,3092	0,3353	467	0,3761	0,2794

Tabelle 10.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,24267	0,4099	533	0,069871	0,7707
624	0,23755	0,4162	524	0,060669	0,8113
604	0,1791	0,4979	518	0,05585	0,8353
596	0,1456	0,5579	513	0,049382	0,8707
584	0,10645	0,6485	511	0,04885	0,874
581	0,094824	0,682	509	0,04864	0,8753
578	0,090636	0,6953	506	0,047313	0,8833
575	0,089204	0,6993	504	0,04885	0,874
571	0,090274	0,696	502	0,050602	0,864
567	0,09174	0,6916	496	0,05614	0,834
561	0,1012	0,6632	492	0,063573	0,7998
554	0,10902	0,6417	490	0,072333	0,7607
551	0,11398	0,6288	484	0,089204	0,6993
546	0,1012	0,6632	476	0,09563	0,6793
543	0,094035	0,6847	467	0,10075	0,6647
537,5	0,081182	0,727	460	0,10166	0,6618

Almandin 11 (Tab. 11 Fig. 3).
Fundort Rajputana, Ostindien. Plattendicke: 1,79 mm.

Der tief blaurot gefärbte Almandin wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen und zeigte Maxima bei 567 m μ und 502 m μ. Dem steilen Anstieg vom Rot stand ein schwacher Abfall zum Violett entgegen. Analyse (ausgeführt von Dr. Lösner, Kassel):

$Si O_2$	37,23%
Fe O	24,43 „
Mn O	1,28 „
Ca O	1,61 „
Mg O	8,97 „
$Al_2 O_3$	28,60 ,
$Cr_2 O_3$	0,06 „
	102,18%

Tabelle 11.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3761	0,2373	533	0,1546	0,453
664	0,3419	0,258	530	0,1441	0,470
648	0,3135	0,2814	524	0,1411	0,4751
639	0,2969	0,2946	520	0,1376	0,4812
624	0,2752	0,313	518	0,1359	0,4843
616	0,2565	0,3301	513	0,1343	0,4871
604	0,2401	0,3461	511	0,1282	0,4984
600	0,2351	0,3512	509	0,1254	0,5038
596	0,2257	0,3612	506	0,124	0,5065
592	0,2129	0,3753	504	0,1226	0,5092
588	0,2015	0,3887	502	0,1200	0,5144
584	0,1881	0,4054	500	0,1268	0,5011
581	0,1806	0,4153	498	0,1376	0,4812
578	0,1763	0,4211	496	0,1441	0,470
575	0,1736	0,4248	494	0,1441	0,470
571	0,1709	0,4287	492	0,1485	0,4627
567	0,1684	0,4322	491	0,1589	0,4463
564	0,1849	0,4095	490	0,1709	0,4287
561	0,1979	0,3931	488	0,1736	0,4249
558	0,1913	0,4013	486	0,1791	0,4173
551	0,1881	0,4054	484	0,182	0,4133
546	0,1791	0,4173	479	0,1913	0,4013
543	0,1736	0,4249	476	0,1979	0,3931
537,5	0,1684	0,4322	467	0,2052	0,3843
535	0,1612	0,4428			

Die Absorptionskurve zeigt kein Maximum (Almandin 12—14).

Almandin 12 (Tab. 12 Fig. 4).
Fundort Grönland. Plattendicke: 0,58 mm.

Der derbe Almandin von tief roter Farbe, der als dünne Platte einen Stich ins Braun zeigte, wurde bei einer unteren Spaltweise von 3 Einheiten gemessen. Die Kurve zeigte nach



Fig. 4.

einem anfangs steilen Anstieg einen schwachen Knick mit darauf folgendem schwächeren Anstieg bei den Punkten 571 mμ und 502 mμ, also an denselben Stellen, an denen bei Almandin 1—11 die Maxima lagen. Analyse (ausgeführt von Dr. Lösner, Kassel):

SiO_2	38,76 %
Al_2O_3	27,06 ,,
FeO	24,75 ,,
MnO	0,71 ,,
Cr_2O_3	Spuren
CaO	2,50 ,,
MgO	6,82 ,,
	100,60 %

Tabelle 12.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2257	1,115	543	0,04702	2,29
664	0,2116	1,163	540	0,04514	2,319
648	0,1907	1,24	537,5	0,04312	2,353
639	0,1693	1,33	535	0,04179	2,378
624	0,1472	1,435	533	0,03804	2,446
616	0,1328	1,512	530	0,03508	2,508
604	0,1209	1,582	527	0,03335	2,547
596	0,1092	1,654	524	0,03120	2,597
592	0,1026	1,705	522	0,03009	2,617
588	0,09404	1,771	520	0,02869	2,658
584	0,08793	1,821	518	0,02741	2,693
581	0,08359	1,858	516	0,02655	2,717
578	0,07738	1,915	513	0,02574	2,757
575	0,07319	1,959	511	0,02498	2,762
571	0,06979	1,993	509	0,02392	2,795
567	0,06839	2,009	506	0,02319	2,819
564	0,06704	2,024	504	0,02242	2,843
561	0,06573	2,038	502	0,02149	2,876
558	0,06510	2,045	492	0,02103	2,891
554	0,06211	2,081	484	0,02071	2,903
551	0,05642	2,152	476	0,02039	2,915
546	0,05208	2,212			

Almandin 13 (Tab. 13 Fig. 4).
Fundort Paregebirge. Plattendicke: 0,54 mm.

Die Kurve dieses braunrot gefärbten Präparates zeigte noch schärfer die Knicke bei 575 m μ und 506 m μ, im übrigen brachte sie einen ganz ähnlichen Verlauf wie Kurve 12. Die Messung wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten vorgenommen. Analyse (ausgeführt von Dr. Lösner, Kassel):

SiO_2	36,34 %
Al_2O_3	22,69 „
Fe O	24,13 „
Mn O	1,61 „
Cr_2O_3	Spuren
Ca O	5,85 „
Mg O	9,42 „
	100,04 %

Tabelle 13.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3092	0,9439	546	0,08177	2,013
664	0,3050	0,955	543	0,07836	2,046
648	0,2752	1,038	540	0,07523	2,08
639	0,2564	1,095	537,5	0,07327	2,102
624	0,217	1,229	535	0,06757	2,167
616	0,1997	1,296	533	0,06343	2,219
612	0,1881	1,344	530	0,06099	2,25
604	0,1736	1,408	527	0,05757	2,296
600	0,1612	1,468	524	0,05478	2,335
596	0,1567	1,491	522	0,05248	2,37
592	0,1505	1,523	520	0,05060	2,40
588	0,1411	1,575	518	0,04625	2,472
584	0,1312	1,633	516	0,04550	2,485
581	0,1227	1,687	513	0,04443	2,504
578	0,1157	1,735	511	0,04307	2,53
575	0,1071	1,797	509	0,03994	2,589
571	0,1065	1,801	506	0,03891	2,629
567	0,1035	1,824	504	0,03799	2,632
564	0,09986	1,852	502	0,03730	2,644
561	0,09899	1,860	498	0,03640	2,665
558	0,09404	1,902	492	0,03515	2,693
554	0,08885	1,947	484	0,03399	2,719
551	0,08680	1,965	476	0,03280	2,748
548,5	0,08549	1,978	467	0,03187	2,771

Almandin 14 (Tab. 14 Fig. 4).
Fundort Arendal. Dünnschliff. Plattendicke: 0,5 mm.

Da das zur Untersuchung benutzte Stück ein Dünnschliff war, weiteres Material zu einer Analyse aber nicht zur Verfügung stand, konnte die Zugehörigkeit dieses Minerals zur Klasse der Almandine durch Bestimmung von Dichte und Brechungsindex nicht bewiesen werden. Da er sich aber nach dem Kurvenverlauf an dieser Stelle zwanglos einfügen ließ, wurde er hier mit aufgeführt. Die Messungen wurden bei einer unteren Spaltweite von 3 Einheiten durchgeführt, hatten aber schon im äußeren Grün und besonders im Blau keinen großen Anspruch auf Genauigkeit, da der Dünnschliff rissig war.

Tabelle 14.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2604	1,169	524	0,02708	3,135
664	0,2257	1,293	520	0,02471	3,214
648	0,1934	1,427	513	0,02126	3,345
633	0,1659	1,560	511	0,02096	3,357
624	0,1575	1,605	509	0,01934	3,427
616	0,1441	1,675	506	0,01870	3,456
604	0,1266	1,795	504	0,01845	3,468
592	0,1058	1,951	502	0,01796	3,491
584	0,1049	1,959	500	0,01697	3,541
581	0,08909	2,100	498	0,01659	3,560
578	0,08257	2,166	496	0,01575	3,605
575	0,07523	2,247	494	0,01556	3,616
571	0,07127	2,294	492	0,01511	3,641
567	0,06786	2,337	491	0,01428	3,691
564	0,06510	2,373	488	0,01309	3,766
561	0,06328	2,397	484	0,01164	3,868
558	0,05549	2,512	480	0,01055	3,954
554	0,05531	2,515	477,5	0,009039	4,088
551	0,05034	2,596	470	0,008603	4,131
546	0,04154	2,763	467	0,008099	4,183
537,5	0,03437	2,928	460	0,007264	4,278
530	0,03023	3,039			

2. Pyrope.

Die Absorptionskurven der Pyrope stiegen vom Rot aus steil an, erreichten bei 561 m μ ein Maximum, fielen dann langsam ab, um zum Violett erneut anzusteigen, ohne aber im sichtbaren Teil des Spektrums noch ein Maximum zu erreichen.

Pyrop 1 (Tab. 15 Fig. 5).
Fundort Deutsch-Südwestafrika. Plattendicke: 1,19 mm.

Der Pyrop, dessen rote Farbe einen schwachen Stich ins Violette zeigte, wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Seine Absorptionskurve erreichte nach einem steilen Anstieg ein Maximum bei 561 m μ, dann fiel die Kurve bis 472 m μ und stieg von dort wieder steil zumViolett an.

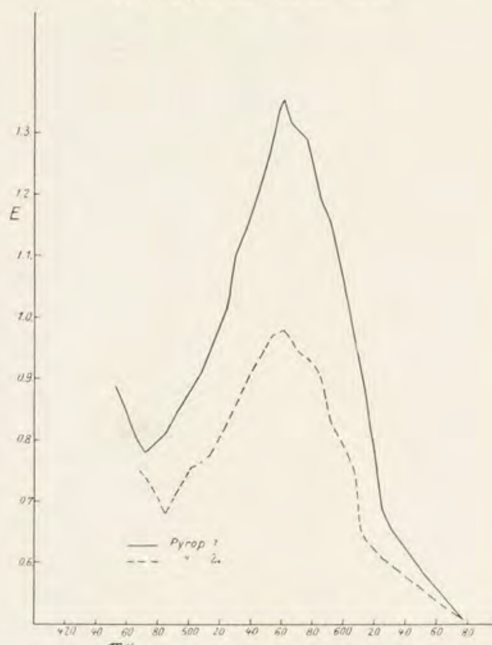


Fig. 5.

Tabelle 15.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2508	0,5048	548,5	0,03429	1,231
648	0,1979	0,5913	546	0,03628	1,210
624	0,1546	0,6813	543	0,03878	1,186
620	0,1151	0,789	540	0,04149	1,161
616	0,1035	0,8278	537,5	0,04274	1,150
612	0,08359	0,9059	535	0,04496	1,132
608	0,07625	0,9395	533	0,04644	1,120
604	0,06485	0,9983	530	0,04971	1,095
600	0,05559	1,055	527	0,05614	1,051
596	0,05038	1,091	524	0,06339	1,007
592	0,04357	1,144	518	0,06966	0,9722
588	0,0403	1,172	513	0,07573	0,942
584	0,03825	1,191	509	0,08359	0,9059
581	0,03399	1,234	502	0,08816	0,8865
578	0,03126	1,265	492	0,09899	0,8437
575	0,02916	1,290	484	0,1096	0,8069
571	0,02835	1,300	476	0,1151	0,789
567	0,02752	1,311	472	0,1175	0,7814
564	0,02612	1,330	467	0,1128	0,7964
561	0,02497	1,355	464	0,1065	0,8173
558	0,02582	1,334	460	0,09899	0,8437
554	0,03009	1,278	453	0,08816	0,8865
551	0,03299	1,245			

Pyrop 2 (Tab. 16 Fig. 5).
Fundort Spanien. Plattendicke: 1,75 mm.

Die Absorptionskurve des blau-rot gefärbten Pyrops zeigte einen ganz ähnlichen Verlauf wie diejenige von Pyrop 1. Auch hier lag das Maximum bei 561 m μ, das Minimum war indessen etwas zum kurzwelligen Ende verschoben und lag bei 484 m μ. Analyse (ausgeführt von Dr. Lösner, Kassel):

SiO_2	39,11 %
Al_2O_3	24,61 „
FeO	14,83 „
MnO	0,96 „
CaO	5,66 „
Cr_2O_3	0,17 „
MgO	17,85 „
	103,19 %

Tabelle 16.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,1302	0,5059	554	0,02021	0,968
648	0,1042	0,5612	551	0,02136	0,9543
624	0,08570	0,6097	548,5	0,02219	0,9451
612	0,07203	0,6526	543	0,02418	0,9234
608	0,05208	0,7331	537,5	0,02536	0,912
604	0,04514	0,7686	535	0,02881	0,880
596	0,03847	0,8086	530	0,03194	0,8543
592	0,03563	0,8274	524	0,03659	0,8211
588	0,03009	0,8691	518	0,03983	0,7994
584	0,02584	0,9074	513	0,04514	0,7686
578	0,02376	0,928	502	0,04735	0,7571
571	0,02242	0,9423	492	0,05642	0,7131
567	0,02021	0,968	484	0,06515	0,6777
564	0,01991	0,9714	476	0,05416	0,7234
561	0,01946	0,9777	467	0,04802	0,7531
558	0,01980	0,9754			

3. Grossulare.

Grossular 1 (Tab. 17 Fig. 6).
Fundort Xalostoc, Morelos, Mexiko. Plattendicke: 0,75 mm.

Der rosa Grossular, der starke Einschlüsse enthielt und wegen seiner schlechten Politur zwischen Deckgläschen eingebettet werden mußte, zeigte eine ähnliche Absorptionskurve

wie die Almandine 12—14; auch hier waren die früher gezeigten Maxima durch Knicke der Kurve angedeutet. Durch die helle Farbe bedingt war der anfänglich schwache, von 650 m μ an steile Anstieg der Kurve, die dann wieder zum Violett hin



Fig. 6.

flach verlief, wo sie vielleicht ein Maximum erreichte. Die untere Spaltweite betrug 3 Einheiten. Einige Analysen des Grossulars desselben Fundortes, die C. Doelter in seinem Handbuch der Mineralchemie, Bd. II, 2, p. 883 erwähnt, sei hier zitiert:

	I	II	III
MgO	0,30 %	0,48 %	0,75 %
CaO	35,52 „	35,73 „	35,38 „
MnO	1,18 „	0,95 „	Spur
FeO	0,43 „	0,43 „	—
Al_2O_3	21,62 „	21,78 „	21,48 „
Fe_2O_3	0,21 „	0,15 „	1,57 „
SiO_2	40,75 „	40,82 „	40,64 „
H_2O	0,41 „	0,40 „	—

Tabelle 17.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,1157	1,249	551	0,07873	1,472
648	0,1148	1,253	546	0,07782	1,479
639	0,1110	1,273	537,5	0,07650	1,488
624	0,1034	1,314	530	0,07607	1,492
612	0,09956	1,336	524	0,07440	1,505
604	0,09672	1,353	513	0,07241	1,520
592	0,09275	1,377	502	0,07241	1,520
584	0,08909	1,400	492	0,07127	1,529
578	0,08852	1,404	484	0,07089	1,533
571	0,08680	1,415	476	0,07053	1,535
567	0,08625	1,419	467	0,06979	1,542
564	0,08570	1,423	460	0,06944	1,545
558	0,08287	1,444			

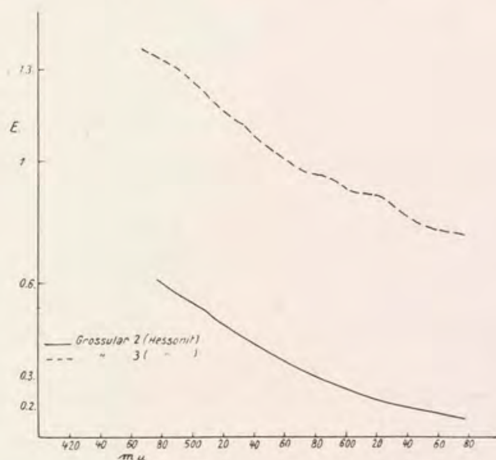


Fig. 7.

Grossular 2 (Hessonit) (Tab. 18 Fig. 7).
Fundort Ceylon. Plattendicke: 2,19 mm.

Das untersuchte Präparat von honiggelber Farbe zeigte eine fast regelmäßig ansteigende Kurve, die erst bei etwa 490 m μ einen leichten Knick aufwies und von dort flacher zum Violett weiter stieg. Die untere Spaltweite betrug 5 Einheiten.

Tabelle 18.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,4514	0,1577	518	0,09404	0,469
648	0,3891	0,1872	516	0,08885	0,4799
624	0,3419	0,2128	513	0,08484	0,489
604	0,2821	0,251	511	0,08177	0,4964
596	0,2624	0,2653	509	0,07891	0,5037
584	0,2351	0,2871	506	0,07523	0,5132
575	0,2129	0,3068	504	0,07280	0,5196
567	0,1963	0,3229	502	0,07009	0,5269
561	0,1791	0,3411	498	0,06677	0,5365
551	0,1612	0,3619	496	0,06411	0,5448
548,5	0,1505	0,3756	494	0,06234	0,5502
543	0,1393	0,3909	492	0,06034	0,5566
537,5	0,1254	0,4117	490	0,05787	0,5648
533	0,1157	0,4277	486	0,05451	0,5767
524	0,1045	0,4479	484	0,05298	0,5827
520	0,09812	0,4603	476	0,04460	0,6165

Grossular 3 (Hessonit) (Tab. 19 Fig. 7).
Fundort Ceylon. Plattendicke: 0,89 mm.

Das Präparat zeigte bei derselben Farbe des Materials auch fast die gleiche Kurve wie Grossular 2. Kleine Unregelmäßigkeiten waren wohl auf Versuchsfehler zurückzuführen, da die untersuchte Platte sehr klein war und feine Sprünge hatte. Auch hier war wieder der Knick bei 490 m μ ausgebildet; im Gegensatz zu Fig. 18 stand hier der anfänglich schwache Anstieg vom Rot. Die Messung wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten vorgenommen.

Tabelle 19.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2129	0,7548	537,5	0,1055	1,097
648	0,1980	0,7902	533	0,1008	1,12
639	0,1849	0,8236	524	0,09593	1,144
624	0,1710	0,8819	518	0,09027	1,173
604	0,1589	0,8976	513	0,08614	1,197
596	0,1505	0,9242	509	0,08177	1,221
584	0,1428	0,9498	502	0,07836	1,243
575	0,1393	0,9618	496	0,07234	1,281
567	0,1343	0,9797	492	0,06966	1,30
561	0,1268	1,008	484	0,06717	1,318
551	0,1200	1,035	476	0,06411	1,34
543	0,1157	1,052	467	0,06067	1,367

b) Turmalingruppe.

Die Turmaline zeigten eine Absorptionskurve, die fast allgemein vom Rot aus steil und regelmäßig anstieg, bei 502—533 m μ ein Maximum erreichte und dann nach anfänglichem steilem Abfall langsam zum Violett auslief.

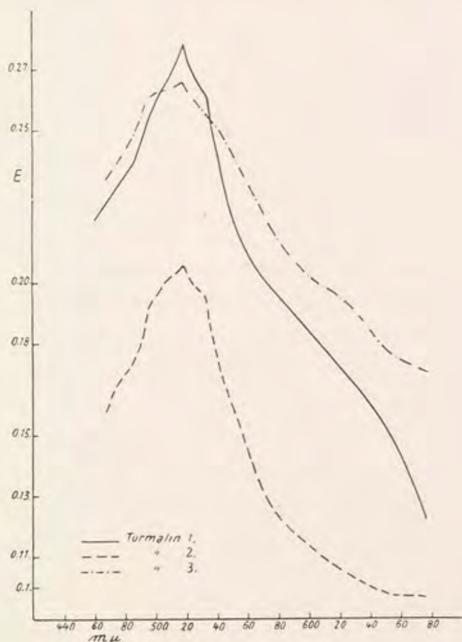


Fig. 8.

Turmalin 1 (Tab. 20 Fig. 8).
Fundort Minas Geraes. Plattendicke: 3,31 mm.

Der tief rosa gefärbte Turmalin, der zu einer Platte parallel der Hauptachse geschnitten war, wurde bei einer unteren Spaltweite von 10 Einheiten gemessen. Nach anfangs schwachem, von 570 m μ an steilerem Ansteigen erreichte die Kurve bei 518 m μ ein scharf ausgeprägtes Maximum. Der Abfall zum Violett war regelmäßig. Kleine Sprünge im Inneren des Minerals störten ein genaues Photometrieren nicht.

Tabelle 20.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3959	0,1216	518	0,1200	0,2782
648	0,3092	0,154	516	0,1233	0,2747
624	0,2752	0,1693	513	0,1268	0,271
604	0,2508	0,1815	511	0,1282	0,2695
584	0,2303	0,1927	509	0,1305	0,2672
567	0,2213	0,1979	506	0,1328	0,2649
561	0,2052	0,2078	504	0,1351	0,2626
551	0,1881	0,2192	502	0,1393	0,2586
543	0,1647	0,2366	496	0,1428	0,2553
537,5	0,1485	0,2502	492	0,1456	0,2528
533	0,1359	0,2619	490	0,1546	0,2449
527	0,1320	0,2657	484	0,1635	0,2376
524	0,1297	0,268	476	0,1709	0,2318
522	0,1268	0,271	467	0,1777	0,2267
520	0,1233	0,2747	460	0,1865	0,2198

Turmalin 2 (Tab. 21 Fig. 8).

Fundort Pala. Plattendicke: 5,35 mm.

Die Platte des rosarot gefärbten Präparates war parallel der Hauptachse geschnitten und zeigte kleine Einschlüsse und Sprünge. Die Absorptionskurve, die bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten aufgenommen wurde, stieg im Rot bis 650 m μ sehr langsam, von dort bis zum Maximum bei 518 m μ jedoch steil und regelmäßig an. Der abfallende Ast knickte bei 490 m μ nach steilem Abfall um und lief flach zum Violett aus.

Tabelle 21.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3049	0,09643	518	0,07947	0,2056
648	0,3009	0,0975	516	0,0806	0,2044
624	0,2752	0,1047	513	0,08237	0,2026
604	0,2453	0,1141	511	0,08297	0,2021
584	0,2257	0,1208	509	0,08359	0,2015
567	0,1946	0,1329	506	0,08484	0,2002
561	0,1710	0,1434	504	0,08680	0,1983
551	0,1411	0,1590	502	0,08885	0,1965
543	0,1227	0,1703	496	0,09404	0,192
537,5	0,1045	0,1833	492	0,1008	0,182
533	0,0910	0,1946	490	0,1075	0,181
524	0,08421	0,2008	484	0,1188	0,1729
522	0,08297	0,2021	476	0,1268	0,1676
520	0,08118	0,2038	467	0,1447	0,1569

Turmalin 3 (Tab. 22 Fig. 8).
Fundort Sibirien. Plattendicke: 4,91 mm.

Auch bei diesem roten Turmalin lag das Maximum bei 518 m μ, wenn es auch nicht so scharf ausgebildet war wie bei Turmalin 1 und 2. Anstieg und Abfall der Kurve zeigten ziemlich regelmäßigen Verlauf. Die Messung wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten vorgenommen. Die Platte war senkrecht zur optischen Achse geschnitten. Eine von Hintze in seinem Handbuch zitierte Analyse des roten sibirischen Turmalins gibt folgende Bestandteile an:

SiO_2 . . .	38,26 %	Be_2O_3 . . .	9,29 %	Al_2O_3 . . .	43,97 %
MnO . . .	1,53 „	MgO . . .	1,62 „	CaO	0,62 „
Na_2O . . .	1,53 „	K_2O	0,21 „	H_2O . . .	2,49 „

Tabelle 22.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,1456	0,1704	524	0,05273	0,2603
659	0,1393	0,1743	522	0,052001	0,2615
648	0,1328	0,1786	520	0,05083	0,2635
639	0,124	0,1846	518	0,04971	0,2655
624	0,1128	0,193	516	0,04993	0,2651
612	0,1075	0,1973	513	0,05038	0,2644
604	0,1035	0,2006	509	0,05083	0,2635
596	0,09812	0,2053	506	0,05106	0,2631
584	0,09212	0,2109	502	0,05129	0,2627
575	0,08484	0,2182	496	0,05273	0,2603
567	0,07836	0,2253	492	0,05505	0,2564
561	0,07187	0,2329	490	0,05757	0,2525
551	0,06599	0,2404	484	0,06133	0,2468
543	0,06034	0,2483	476	0,06638	0,2399
537,5	0,05787	0,252	472	0,06839	0,2373
533	0,05586	0,2552	467	0,07142	0,2334

Turmalin 4 (Tab. 23 Fig. 9).
Fundort Wolkenburg i. Sachsen. Plattendicke: 1,37 mm.

Die schwach rosa gefärbte Platte, die parallel der c-Achse geschnitten war und bei einer unteren Spaltweite von 10 Einheiten gemessen wurde, ergab ein Maximum bei 502 m μ. Der Anstieg vom Rot zeigte bei etwa 580 m μ einen Knick; kleine Unregelmäßigkeiten im Kurvenverlauf sind auf Versuchsfehler zurückzuführen, da die Platte sehr klein und rissig war und bei weitem Spalt gemessen werden mußte.

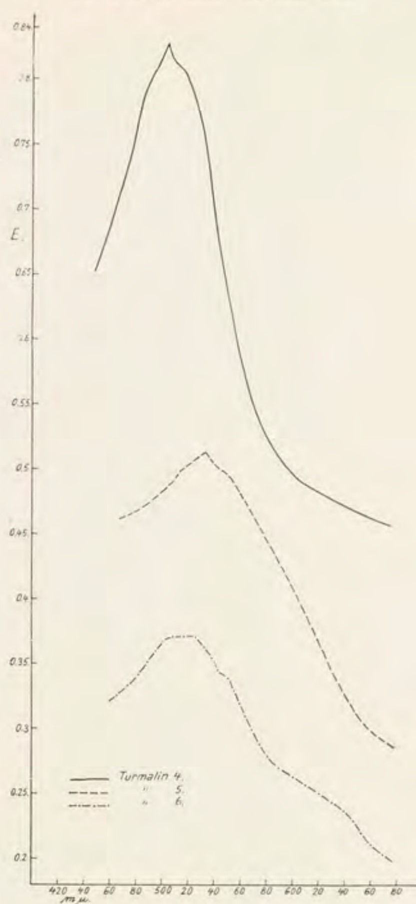


Fig. 9.

Turmalin 5 (Tab. 24 Fig. 9).
Fundort Brasilien. Plattendicke: 2,01 mm.

Der rotgrün gefärbte Turmalin wurde parallel der c-Achse zu einer Platte geschnitten, deren rote Hälfte ein zwar schwaches, aber deutlich meßbares Maximum bei 533 m μ zeigte. Der Abfall zum Violett war sehr schwach und verlief fast geradlinig. Die Messung wurde bei 10 Einheiten unterer Spaltweite vorgenommen. Ein roter brasilianischer Turmalin, dessen Analyse H i n t z e zitiert, enthielt:

SiO_2	37,19 %	Be_2O_3	10,06 %
Al_2O_3	42,43 „	FeO	0,52 „
MnO	0,79 „	CaO	0,57 „
Li_2O	1,73 „	Na_2O	2,24 „
K_2O	0,23 „	H_2O	3,9 „

Tabelle 23.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2376	0,4556	509	0,07756	0,8102
648	0,2279	0,4688	506	0,07676	0,8139
624	0,2235	0,475	504	0,07573	0,8183
604	0,2129	0,4904	502	0,07375	0,8263
596	0,2052	0,502	500	0,07473	0,8225
584	0,1997	0,5107	498	0,07625	0,8161
575	0,1865	0,5323	496	0,07676	0,8139
567	0,1763	0,5502	492	0,07782	0,8095
561	0,1556	0,5898	490	0,08031	0,7993
551	0,1393	0,6248	484	0,08421	0,7843
543	0,1220	0,6669	479	0,08956	0,765
537,5	0,1075	0,707	476	0,09404	0,7493
533	0,09404	0,7493	472	0,09942	0,7317
524	0,08453	0,7832	467	0,1049	0,7147
518	0,0806	0,7982	460	0,1128	0,6917
513	0,07809	0,8084	453	0,1207	0,6703
511	0,07782	0,8095	447	0,1282	0,6512

Tabelle 24.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2655	0,2865	535	0,09482	0,509
659	0,2508	0,2989	533	0,09326	0,5124
648	0,2427	0,3059	530	0,09404	0,5109
639	0,2191	0,3281	527	0,09482	0,509
624	0,1897	0,3592	524	0,09563	0,507
612	0,1749	0,3767	522	0,09686	0,5045
604	0,1578	0,399	520	0,09707	0,504
596	0,1485	0,4106	518	0,0977	0,5025
584	0,1320	0,4375	513	0,09986	0,4979
575	0,1207	0,4574	509	0,1026	0,4919
567	0,1151	0,4671	502	0,104	0,489
561	0,1112	0,4746	492	0,1106	0,4759
551	0,1017	0,4939	484	0,1134	0,4704
543	0,09855	0,5005	476	0,1157	0,466
540	0,09769	0,5025	467	0,1175	0,4627
537,5	0,09604	0,5062			

Turmalin 6 (Tab. 25 Fig. 9).
Fundort Elba. Plattendicke: 1,79 mm.

Die Absorptionskurve, die bei einer unteren Spaltweite von 10 Einheiten aufgenommen wurde, zeigte nach einem regelmäßigen Anstieg in dem Bereich von 524—509 m μ einen horizontalen Verlauf und fiel dann gleichmäßig zum Violett ab. Ein Maximum, wie es die anderen Turmaline hatten, ließ sich bei dem schwach rosa gefärbten Stück nicht feststellen, ist aber bei etwa 518 m μ zu vermuten. Die untersuchte Platte war senkrecht zur c-Achse geschnitten. Von H i n t z e zitierte Analysen des roten Turmalins von Elba ergeben:

SiO_2	38,85 %	37,89 %
Be_2O_3	9,52 „	10,28 „
Al_2O_3	44,05 „	43,85 „
MnO	0,92 „	0,11 „
MgO	0,2 „	—
Na_2O.	2,0 „	2,43 „
K_2O	1,3 „	—
Li_2O	1,22 „	1,66 „
H_2O	2,41 „	3,47 „
F	0,7 „	0,1 „
CaO	—	0,07 „
FeO	—	0,11 „
Ti_2O_3.	—	0,04 „

Tabelle 25.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,4425	0,1978	543	0,2427	0,3435
659	0,4179	0,2117	537,5	0,2303	0,3563
648	0,3925	0,2269	533	0,2257	0,3612
639	0,3761	0,2373	524	0,217	0,3707
624	0,3640	0,2452	518	0,217	0,3707
612	0,3499	0,2548	513	0,217	0,3707
604	0,3419	0,2604	509	0,217	0,3707
596	0,3344	0,2659	502	0,2191	0,3684
584	0,3224	0,2746	492	0,2303	0,3563
575	0,3049	0,2882	484	0,2427	0,3435
567	0,2969	0,2946	476	0,248	0,3383
561	0,2719	0,316	467	0,2594	0,3274
551	0,248	0,3383	460	0,2655	0,3217

c) Quarze.

Die untersuchten Amethyste zeigten ein Maximum zwischen 545 und 560 m μ; Rosenquarz schien ein Maximum zu haben, gebrannter Quarz zeigte eine vom Rot zum Violett regelmäßig ansteigende Kurve.

Quarz 1 (Amethyst) (Tab. 26 Fig. 10).
Fundort Nord-Karolina. Plattendicke: 9,53 mm.

Der unregelmäßig gefärbte Amethyst wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen und zeigte ein deutliches Maximum der Absorption bei 554 m μ. Da die



Fig. 10.

Färbung des Amethystes nur an wenigen Stellen so intensiv war, daß sie zur Messung brauchbar war, wurde davon abgesehen, die Platte optisch orientiert zu schleifen. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte mit 10 multipliziert.

Tabelle 26.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,6638	0,01867	540	0,2719	0,05935
648	0,5373	0,02831	537,5	0,2821	0,05767
624	0,4802	0,03343	533	0,2893	0,05652
612	0,403	0,04142	524	0,2893	0,05652
604	0,3761	0,04456	513	0,2931	0,05593
596	0,3419	0,04891	509	0,2969	0,05534
584	0,3049	0,05412	502	0,3049	0,05412
575	0,2931	0,05593	496	0,3224	0,05148
567	0,2821	0,05767	492	0,3319	0,05026
564	0,2821	0,05767	490	0,3582	0,04679
561	0,2752	0,05879	484	0,3891	0,04302
558	0,2624	0,06097	476	0,4340	0,03804
554	0,2565	0,0620	467	0,4514	0,03624
551	0,2624	0,06097	460	0,4719	0,03422
548,5	0,2655	0,06043	453	0,5129	0,03043
546	0,2687	0,05989			

Quarz 2 (Amethyst) (Tab. 27 Fig. 10).
Fundort Orient (Ceylon?). Plattendicke: 3,01 mm.

Die Absorptionskurve zeigte fast denselben Verlauf wie diejenige von Quarz 1. Auch hier wieder der anfangs schwache, dann steiler werdende Abfall zum Violett. Das Maximum lag bei 551 m μ. Die untere Spaltweite betrug 5 Einheiten.

Quarz 3 (Rosenquarz) (Tab. 28 Fig. 11).
Fundort Bayern. Plattendicke: 5,57 mm.

Die Absorptionskurve, die bei einer unteren Spaltweite von 10 Einheiten aufgenommen wurde, zeigte einen flachen Anstieg bis 502 m μ, von dort verlief sie horizontal zum Violett, ohne ein Maximum zu bilden. Ein sehr schwaches Maximum ist wohl im Grün vorhanden, konnte aber bei dem schwach gefärbten, sonst sehr gut meßbaren Präparat nicht nachgewiesen werden. Ein anderer Rosenquarz aus Nordamerika war so rissig und wolkig, daß er wegen des auftretenden diffusen Lichtes nicht zur Untersuchung benutzt werden konnte. E. F. Holden, der Rosenquarze bis zu 3,7 cm Dicke photometrierte und analysierte, fand die größte Absorption in dem Gebiete zwischen 470 und 510 m μ.

Tabelle 27.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,1428	0,2808	546	0,03504	0,4834
648	0,1128	0,3148	543	0,03526	0,4827
639	0,09899	0,3337	540	0,03571	0,4807
624	0,08680	0,3526	537,5	0,03699	0,4758
612	0,07142	0,3807	533	0,03799	0,4718
604	0,06561	0,393	524	0,03838	0,4704
596	0,05877	0,409	518	0,03891	0,4684
592	0,05348	0,4226	513	0,04002	0,4645
584	0,05015	0,4319	509	0,04089	0,4611
581	0,04781	0,4385	502	0,04307	0,4538
578	0,04478	0,4482	496	0,04425	0,4498
575	0,04258	0,4555	492	0,04822	0,4375
567	0,04165	0,4585	490	0,05348	0,4226
564	0,03918	0,4674	484	0,05712	0,413
561	0,03712	0,4751	479	0,06375	0,3972
558	0,03628	0,4784	476	0,06717	0,3897
554	0,03559	0,4811	472	0,07327	0,3771
551	0,03451	0,4857	467	0,07573	0,3724
548,5	0,03472	0,4847			

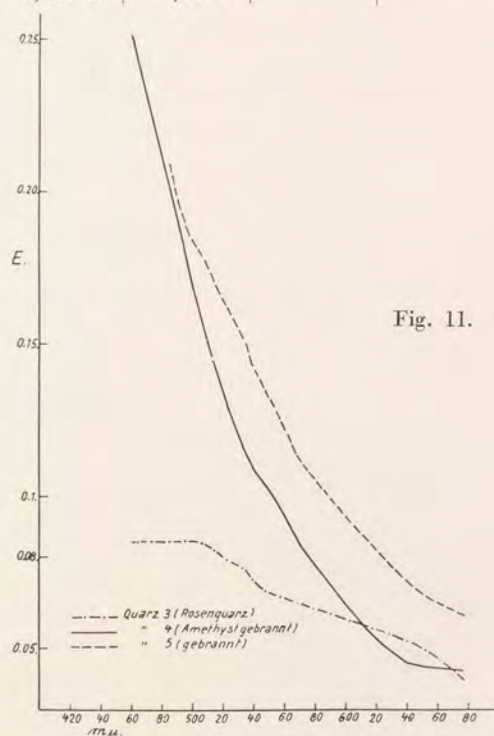


Fig. 11.

Tabelle 28.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,6018	0,0396	518	0,3554	0,08066
648	0,5248	0,05027	513	0,3472	0,08248
624	0,4906	0,05553	509	0,3419	0,08368
604	0,4709	0,05872	502		
584	0,4514	0,06201	496		
567	0,4340	0,06508	492		
551	0,4179	0,06802	490	0,3369	0,08483
543	0,403	0,07086	484		
537,5	0,3891	0,07359	476		
533	0,3761	0,07625	467		
524	0,3640	0,0788	460		

Quarz 4 (gebrannter Amethyst) (Tab. 29 Fig. 11).
Fundort unbekannt. Plattendicke: 3,73 mm.

Der durch Brennen weingelb gefärbte Amethyst zeigte eine regelmäßig vom Rot zum Violett ansteigende Absorptionskurve. Das klare und vollkommen durchsichtige Präparat wurde bei einer unteren Spaltweite von 10 Einheiten gemessen.

Tabelle 29.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,6944	0,04247	533	0,3640	0,1177
648	0,6839	0,04424	524	0,3369	0,1267
624	0,6448	0,05113	518	0,3071	0,1375
612	0,6099	0,05756	513	0,2961	0,1417
604	0,5939	0,06067	509	0,2719	0,1516
596	0,5642	0,06665	502	0,2508	0,161
584	0,5248	0,07507	496	0,2213	0,1756
575	0,5015	0,08035	492	0,2015	0,1865
567	0,4751	0,08665	490	0,1881	0,1945
561	0,4514	0,0926	484	0,1736	0,2039
551	0,4179	0,1016	476	0,1525	0,219
543	0,403	0,1058	467	0,1313	0,2364
537,5	0,3858	0,1109	460	0,1151	0,2517

Quarz 5 (gebrannt) (Tab. 30 Fig. 11).
Fundort Spanien. Plattendicke: 6,53 mm.

Der von Natur farblose, durch Brennen gelbbraun gefärbte Quarz wurde bei einer unteren Spaltweite von 10 Einheiten untersucht und lieferte eine Absorptionskurve, die vollkommen analog derjenigen von Amethyst 4 einen regelmäßigen Anstieg zum Violett zeigte.

Tabelle 30.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,403	0,06045	537,5	0,1146	0,1441
648	0,3582	0,06829	533	0,1035	0,1509
624	0,2969	0,08077	524	0,09326	0,1577
612	0,2687	0,0874	518	0,08297	0,1655
604	0,2536	0,09124	513	0,07703	0,1705
596	0,2401	0,0951	509	0,07187	0,175
584	0,2149	0,1023	502	0,06561	0,1812
575	0,1963	0,1083	496	0,06067	0,1864
567	0,182	0,1133	492	0,05714	0,1904
561	0,1612	0,1214	490	0,05361	0,1946
551	0,1447	0,1301	484	0,04874	0,2009
543	0,124	0,1388			

d) Topase.

Gewöhnliche honiggelbe Topase zeigten eine vom Rot zum Violett ansteigende Kurve ohne Maximum. Durch Brennen wurden sie rosa bis violett und zeigten dann ein Maximum zwischen 510 und 535 m μ.

Topas 1 (Tab. 31 Fig. 12.)
Fundort Brasilien. Plattendicke: 3,34 mm.

Die Absorptionskurve des honiggelben Topases zeigte im ansteigenden Teil dieselben Knicke, wie sie später die Kurven von Topas 3 und 4 ausgeprägter zeigen werden; dann stieg die Kurve bis 513 m μ, wo sie umknickte und horizontal zum Violett weiter verlief, ohne ein sichtbares Maximum zu erreichen. Die parallel zur c-Achse geschnittene Platte, welche bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen wurde, zeigte einen schwach rötlichen Anflug. Doelter und Hintze geben folgende Analysen von brasilianischen Topasen an:

Na_2O	0,31 %	—	—	—	—
K_2O	0,45 „	—	—	—	—
MgO	0,37 „	—	—	—	—
Al_2O_3 . . .	56,56 „	55,67 %	54,52 %	54,61 %	57,39 %
SiO_2	33,41 „	32,53 „	31,95 „	32,16 „	33,73 „
F	13,01 „	15,48 „	14,62 „	14,23 „	16,12 „



Fig. 12.

Tabelle 31.

mμ	D	E	mμ	D	E
677	0,2624	0,1741	551	0,1505	0,2463
648	0,2351	0,1883	543	0,1466	0,2508
624	0,217	0,1986	537,5	0,1411	0,2546
612	0,1979	0,2107	524	0,1393	0,2563
604	0,182	0,2215	513	0,1376	0,2579
596	0,1763	0,2257	502	0,1376	0,2579
584	0,1672	0,232	492	0,1376	0,2579
575	0,1635	0,2355	484	0,1376	0,2579
567	0,1589	0,2392	476	0,1376	0,2579
561	0,1556	0,2419			

Topas 2 (Tab. 32 Fig. 12).
Fundort Brasilien. Plattendicke: 3,14 mm.

Die rein gelbe, senkrecht zur c-Achse geschliffene Platte lieferte eine regelmäßig zum Violett ansteigende Absorptionskurve, bei der die bei Topas 1 erwähnten Knicke nur schwach zu erkennen waren. Die untere Spaltweite betrug 5 Einheiten.

Tabelle 32.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,7217	0,0451	524	0,403	0,1257
648	0,6638	0,05666	513	0,3761	0,1353
624	0,6269	0,06459	502	0,3582	0,142
604	0,5642	0,07917	492	0,3526	0,1442
584	0,5248	0,08917	484	0,3419	0,1484
567	0,4906	0,0985	476	0,3319	0,1526
551	0,4702	0,1044	467	0,3224	0,1566
537,5	0,4425	0,1128			

Topas 3 (gebrannt) (Tab. 33 Fig. 12).
Fundort Villarica, Brasilien. Plattendicke: 4,47 mm.

Der gebrannte Topas zeigte eine rosa Farbe mit einem Stich ins Violette. Die parallel zur c-Achse geschnittene Platte wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen und zeigte ein Maximum der Absorption bei 537,5 m μ. Der ansteigende Ast der Kurve wies starke Ausbeulungen bei etwa 600 m μ und 630 m μ auf, die auch bei Topas 4 wiederkehren.

Tabelle 33.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2624	0,130	537,5	0,1505	0,184
648	0,2257	0,1446	535	0,1535	0,1821
624	0,2052	0,1539	533	0,1546	0,1814
612	0,1881	0,1627	524	0,1567	0,1801
604	0,1806	0,1663	513	0,1589	0,1787
584	0,1736	0,1701	502	0,1612	0,1773
567	0,1684	0,1731	492	0,1659	0,1745
551	0,1635	0,1759	484	0,1710	0,1716
543	0,1567	0,1801	476	0,1763	0,1686
540	0,1546	0,1814			

Topas 4 (gebrannt) (Tab. 34 Fig. 12).
Fundort Brasilien. Plattendicke: 2,85 mm.

Der durch Brennen schwach violett gefärbte Topas ergab beim Messen mit einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten eine Absorptionskurve, die bei 513 m μ ihr Maximum erreichte und auf dem ansteigenden Ast die schon erwähnten Ausbuchtungen zeigte; diese lagen jedoch ebenso wie das Maximum weiter nach dem kurzwelligen Ende des Spektrums hin als bei Topas 3. Die zur Messung benutzte Platte war parallel zur c-Achse geschnitten.

Tabelle 34.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,4179	0,1329	543	0,2279	0,2254
648	0,403	0,1385	537,5	0,2213	0,2298
639	0,3825	0,1465	524	0,217	0,2328
624	0,3526	0,1588	520	0,2149	0,2343
604	0,3319	0,1681	516	0,2129	0,2357
600	0,3135	0,1767	513	0,2089	0,2386
596	0,2969	0,1851	511	0,2109	0,2372
588	0,2821	0,1928	509	0,2129	0,2357
584	0,2687	0,2002	504	0,2149	0,2343
575	0,2565	0,2073	502	0,217	0,2328
567	0,2453	0,2141	492	0,2257	0,2268
561	0,2427	0,2158	490	0,2327	0,2222
558	0,2401	0,2174	484	0,2401	0,2174
551	0,2351	0,2206	476	0,2508	0,2108

e) Sonstige Mineralien.

Unter dieser Rubrik sind eine Anzahl von Mineralien zusammengefaßt worden, die zunächst weniger wichtig erschienen und von denen daher nur je ein, höchstens zwei Vertreter untersucht wurden. Auffallend ist, wie weitgehend die Absorptionskurven der verschiedenen Vertreter jedes dieser Minerale in allen Feinheiten übereinstimmen.

Manganspat (Tab. 35 Fig. 13).
Fundort Niederdreisbach, Hessen. Plattendicke: 1,31 mm.

Der hellrosa gefärbte Mangancarbonatkristall wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Die Absorptionskurve stieg steil vom Rot aus an und erreichte bei 554 m μ ein Maximum, dann fiel sie wieder bis 502 m μ, von wo sie erneut zum Violett anstieg. Diese, sowie die drei folgenden Kurven, zeigen große Ähnlichkeit mit denjenigen der

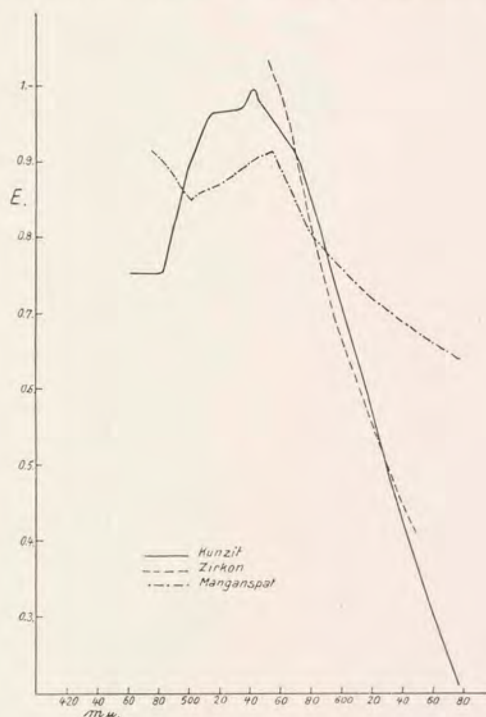


Fig. 13.

Pyrope (Fig. 15 und 16). Verschiedene Analysen von Manganspat aus Nassau, die Doelter und Hintze erwähnen, enthalten:

Mg O	2,04 %	—	0,20 %	—
Ca O	2,90 „	3,02 %	1,09 „	1,19 %
Mn O	55,29 „	56,39 „	56,11 „	59,28 „
Fe O	0,61 „	1,90 „	3,63 „	1,14 „

Tabelle 35.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,1447	0,6408	540	0,06638	0,8992
648	0,1297	0,6771	537,5	0,06757	0,8931
624	0,1163	0,7133	533	0,06881	0,887
612	0,1096	0,733	524	0,07053	0,879
604	0,1045	0,7488	518	0,07234	0,8702
596	0,09899	0,765	513	0,07375	0,8641
584	0,09100	0,7947	509	0,07424	0,8618
575	0,08003	0,8181	504	0,07473	0,8579
567	0,07473	0,8579	502	0,07523	0,848
564	0,07187	0,8725	498	0,07473	0,8579
561	0,06966	0,8832	496	0,07424	0,8618
558	0,06561	0,9072	494	0,07327	0,8664
554	0,06339	0,9145	492	0,07234	0,8702
551	0,06375	0,9125	490	0,07053	0,879
548,5	0,06411	0,9107	484	0,06717	0,8967
546	0,06448	0,9087	476	0,06375	0,9125
543	0,06523	0,905			

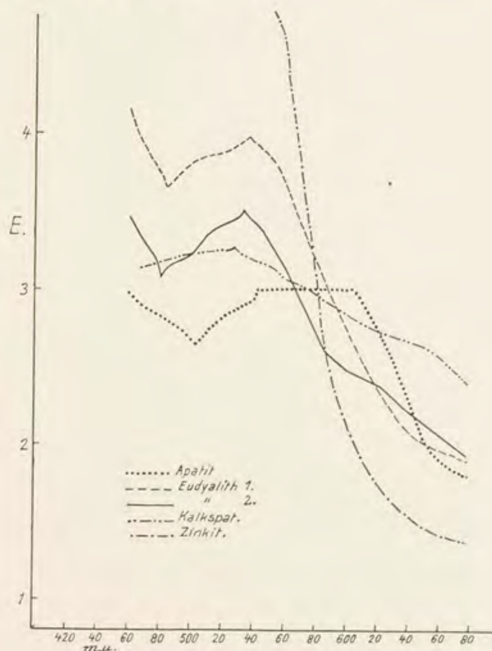


Fig. 14.

Eudyalith 1 (Tab. 36 Fig. 14).
Fundort Grönland. Dünnschliff. Plattendicke: 0,5 mm.

Das Mineral mußte, um genügend Licht durchzulassen, dünn geschliffen und zwischen Deckgläser eingebettet werden. Die bei einer unteren Spaltöffnung von 8 Einheiten aufgenommene Absorptionskurve stieg steil vom Rot aus an bis zum Maximum bei 537,5 m μ, sank dann wieder bis 484 m μ, von wo sie erneut zum kurzwelligen Ende des Spektrums anstieg. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte mit 2 multipliziert.

Tabelle 36.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3344	0,9515	527	0,1049	1,958
648	0,3113	1,014	524	0,1062	1,948
624	0,2655	1,152	518	0,1075	1,937
612	0,2376	1,248	513	0,1081	1,932
604	0,2175	1,325	509	0,1088	1,927
596	0,1921	1,433	502	0,1108	1,911
584	0,1703	1,538	496	0,1128	1,895
575	0,1505	1,645	492	0,1150	1,879
567	0,1356	1,735	490	0,1172	1,862
561	0,1237	1,815	486	0,1189	1,850
551	0,1094	1,922	484	0,1204	1,839
546	0,1068	1,943	482	0,1180	1,856
543	0,1049	1,958	480	0,1165	1,867
540	0,1038	1,968	479	0,1150	1,879
537,5	0,1014	1,988	476	0,1128	1,895
535	0,1020	1,983	467	0,1032	1,973
533	0,1032	1,973	460	0,09118	2,08

C. Rammelsberg hat eine Anzahl Eudyalithe analysiert und fand neben hohen Gehalten an Kieselsäure, Zirkonerde, Kalk und Natron auch bis zu 3,67 % Manganoxydul und 7,59 % Eisenoxydul. Das Schwanken der Dichte bei den untersuchten Eudyalithen erklärt sich durch die großen Mengen von Einschlüssen. Die von Rammelsberg zitierten Werte schwanken zwischen 2,84 und 3,08.

Eudyalith 2 (Tab. 37 Fig. 14).
Fundort Grönland. Dünnschliff. Plattendicke: 0,25 mm.

Auch hier konnte das Mineral nur als Dünnschliff gemessen werden und lieferte ein Maximum der Absorption bei 533 m μ. Das Minimum war weiter zum Violett gerückt und lag bei 480 m μ. Im ganzen Bau zeigen die Kurven der Eudyalithe weitgehende Übereinstimmungen.

Tabelle 37.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,3283	1,935	524	0,1389	3,429
648	0,2912	2,143	513	0,1411	3,402
624	0,2579	2,354	509	0,1456	3,347
604	0,2439	2,451	502	0,1556	3,232
584	0,2202	2,629	492	0,1584	3,201
575	0,1963	2,828	490	0,1612	3,171
567	0,1806	2,973	484	0,1641	3,140
561	0,1672	3,107	482	0,1672	3,107
551	0,1530	3,261	480	0,1703	3,075
546	0,1456	3,347	479	0,1641	3,140
543	0,1411	3,402	477,5	0,1612	3,171
537,5	0,1368	3,456	476	0,1584	3,201
535	0,1347	3,483	467	0,1480	3,319
533	0,1328	3,507	460	0,1368	3,456
530	0,1368	3,456			

Apatit (Tab. 38 Fig. 14).
Fundort Ehrenfriedersdorf. Dünnschliff. Plattendicke: 0,2 mm.

Der Typus dieser Absorptionskurve, die bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten aufgenommen wurde, ist der gleiche, wie ihn die Kurven 35—37 zeigten. Der horizontale Verlauf zwischen 604 m μ und 543 m μ läßt auf ein Maximum schließen, das sich aber bei dem nur schwach blauviolett gefärbten Kristall nicht nachweisen ließ. Das Minimum lag entsprechend demjenigen beim Manganspat bei 502 m μ. Die untersuchte Platte war parallel der c-Achse geschliffen. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte mit 10 multipliziert.

Eine Analyse von Apatit ohne Farbangabe desselben Fundortes, die Hintze zitiert, ergab:

CaO	55,83 %
MnO . . . . . . }	0,56 ,,
FeO . . . . . . }	
P_2O_5	42,07 ,,
F	2,27 ,,

Tabelle 38.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,4340	0,1813	537,5	0,2624	0,2905
648	0,3891	0,2050	524	0,2687	0,2854
624	0,2929	0,2666	513	0,2821	0,2761
604			509	0,2821	0,2761
584			502	0,2969	0,2637
575			492	0,2821	0,2761
567	0,2508	0,3003	484	0,2752	0,2802
561			476	0,2687	0,2854
551			467	0,2624	0,2905
543			460	0,2536	0,2979

Kunzit (Tab. 39 Fig. 13).
Fundort Madagaskar. Plattendicke: 33,03 mm.

Das 3,3 cm dicke Stück, das in Richtung der Hauptachse nur eine schwach violette Farbe zeigte, wurde bei einer unteren Spaltweite von 10 Einheiten untersucht. Das Maximum bei 540—543 m μ war nur sehr schwach ausgebildet, konnte aber gerade noch gemessen werden. Der zum Violett abfallende Ast der Kurve knickte bei 484 m μ scharf um, von wo er vielleicht erneut ansteigt. Bei dem vorliegenden Kristall konnte infolge der schwachen Farbe nur ein horizontaler Verlauf zum Violett festgestellt werden. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte mit 10 multipliziert.

Analysen von Kunzit des gleichen Fundortes, die C. Doelter in seinem Handbuch der Mineralchemie anführt, ergaben:

Li_2O . . .	7,2 %	6,88 %	Na_2O . . .	0,39 %	0,30 %
K_2O . . .	0,03 ,,	0,06 ,,	CaO	—	0,8 ,,
MnO . . .	—	0,11 ,,	NiO	—	0,06 ,,
ZnO . . .	—	0,44 ,,	Al_2O_3 . . .	27,32 ,,	27,30 ,,
Mn_2O_3 . .	0,15 ,,	—	SiO_2	64,42 ,,	64,05 ,,

Tabelle 39.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,8516	0,02112	537,5	0,4751	0,09785
648	0,7523	0,03742	524	0,4802	0,09646
624	0,6638	0,05386	513	0,4802	0,09646
604	0,5939	0,06851	502	0,5015	0,09074
584	0,5373	0,08168	492	0,5310	0,08323
567	0,4960	0,09219	484	}	
551	0,4802	0,09646	476	} 0,5642	0,07526
546	0,4751	0,09785	467	}	
543	0,4702	0,09921	460	}	
540	0,4702	0,09921			

Kalkspat (Tab. 40 Fig. 14).
Fundort Richelsdorf. Dünnschliff. Plattendicke: 2,0 mm.

Die Absorptionskurve des violettrot gefärbten Kriställchens stieg langsam vom Rot bis zum Maximum bei 527 m μ an und fiel von dort ebenso gleichmäßig zum Violett ab. Die untere Spaltweite betrug 5 Einheiten. Eine Dichtebestimmung ließ sich von den kleinen Kristallen nicht ausführen, da ihnen zu viel Muttergestein anhaftete, das auch teilweise Einschlüsse bildete und sich nicht entfernen ließ. Zur graphischen Darstellung werden die in der Tabelle angegebenen E-Werte mit 5 multipliziert.

Tabelle 40.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,1096	0,4801	533	0,05153	0,6440
648	0,08956	0,5239	530	0,05060	0,6479
624	0,08237	0,5421	527	0,04971	0,6518
604	0,07782	0,5545	524	0,05015	0,6499
596	0,07187	0,5717	518	0,05038	0,6489
584	0,06638	0,5890	513	0,05038	0,6489
575	0,06339	0,5990	502	0,05083	0,6469
567	0,06166	0,6050	492	0,05153	0,6440
561	0,05939	0,6131	484	0,05248	0,6400
551	0,05559	0,6275	476	0,05425	0,6328
543	0,05399	0,6338	467	0,05586	0,6265
537,5	0,05273	0,6390			

Zinkit (Tab. 41 Fig. 14).

Fundort unbekannt. Dünnschliff. Plattendicke: 0,2 mm.

Der tief rote Zinkitkristall, der als Dünnschliff bei einer unteren Spaltweite von 3 Einheiten gemessen wurde, zeigte im Rot ein langsames Ansteigen der Kurve; im Grün nahm die Absorption aber so stark zu, daß die Kurve fast senkrecht anstieg und weitere Messungen unmöglich wurden, da bei dem weit geöffneten oberen Spalt diffuses Licht eintrat. Die Dichte konnte nicht bestimmt werden, da außer dem zur Messung benutzten Dünnschliff kein weiteres Material zur Verfügung stand. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte durch 2 dividiert.

Tabelle 41.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,2821	2,748	571	0,03437	7,319
648	0,2604	2,922	567	0,02604	7,922
624	0,2116	3,372	564	0,02103	8,386
604	0,1539	4,064	561	0,01749	8,786
584	0,08157	5,442	558	0,01441	9,207
581	0,06573	5,911	554	0,01287	9,452
578	0,05208	6,417	551	0,01188	9,626
575	0,04312	6,827			

Zirkon (Tab. 42 Fig. 13).

Fundort Tasmanien. Plattendicke: 2,12 mm.

Auch der dunkelbraunrot gefärbte Zirkon absorbierte bei einer unteren Spaltweite von 3 Einheiten gemessen im Grün schon so stark, daß diffuses Licht eintrat und keine weiteren Messungen angestellt werden konnten. Rotbrauner Zirkon von Borneo enthielt nach Doelter: $Si\,O_2$ 34,52 %; $Zr\,O_2$ 63,31 %; $Fe_2\,O_3$ 1,26 %.

Tabelle 42.

m μ	D	E	m μ	D	E
648	0,1328	0,4136	584	0,02213	0,7807
639	0,1092	0,4537	575	0,01553	0,8533
624	0,07359	0,5344	567	0,01051	0,933
612	0,05289	0,6024	561	0,00840	0,9792
604	0,04285	0,6453	551	0,006328	1,037
596	0,03545	0,6840			

Flußspat (Tab. 43 Fig. 15).

Fundort Göschenen. Plattendicke: 8,85 mm.

Die Absorptionskurve des blaßrot gefärbten Flußspates wurde bei einer unteren Spaltweite von 3 Einheiten aufgenommen und zeigte einen regelmäßigen Anstieg zum Violett. Die Messungen konnten bis zum Violett genau durchgeführt werden. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte mit 10 multipliziert.

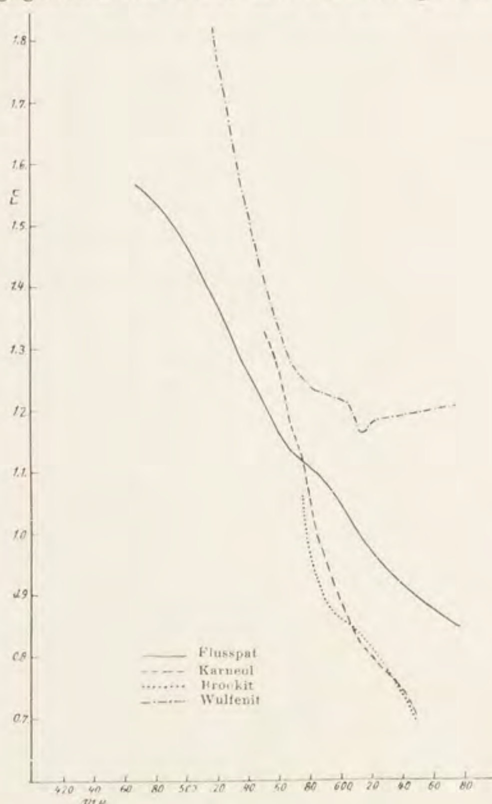


Fig. 15.

Tabelle 43.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,1782	0,08464	524	0,06704	0,1327
648	0,1612	0,08956	513	0,05734	0,1403
624	0,1411	0,0961	502	0,05129	0,1458
604	0,1231	0,1028	492	0,04702	0,1501
584	0,1075	0,1094	484	0,04454	0,1527
567	0,09404	0,1134	476	0,04285	0,1546
551	0,08463	0,1211	467	0,04103	0,1567
537,5	0,07440	0,1275			

Karneol (Tab. 44 Fig. 15).
Fundort unbekannt. Plattendicke: 1,53 mm.

Der hellbraunrot gefärbte Karneol zeigte schon im Grün so starke Absorption, daß diese weitere Messungen nicht zuließ. Die Weite des unteren Spaltes betrug 3 Einheiten.

Tabelle 44.

m μ	D	E	m μ	D	E
648	0,08463	0,70095	584	0,02957	1,053
639	0,07280	0,7438	575	0,01902	1,124
624	0,06328	0,7837	567	0,01567	1,180
612	0,05505	0,8229	561	0,01203	1,255
604	0,04768	0,8641	551	0,009352	1,326
596	0,03936	0,9183			

Brookit (Tab. 45 Fig. 15).
Fundort Tremaddoc, Nordwales. Plattendicke: 0,41 mm.

Die Absorption des tief braunrot gefärbten Blättchens setzte schon im Rot so stark ein, daß sich die Messungen nur bis 575 m μ durchführen ließen. Die Weite des unteren Spaltes betrug 3 Einheiten. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte durch 5 dividiert. Eine von Doelter zitierte Analyse von Brookit desselben Fundortes ergab $Fe_2O_3 = 1{,}41\ \%$, $Ti\,O_2 = 98{,}59\ \%$.

Tabelle 45.

m μ	D	E	m μ	D	E
648	0,03741	3,480	596	0,01553	4,312
639	0,03023	3,705	584	0,01238	4,651
624	0,02319	3,988	581	0,01128	4,773
612	0,01991	4,149	575	0,006750	5,295
604	0,01754	4,283			

Wulfenit (Tab. 46 Fig. 15).
Fundort Arizona. Plattendicke: 1,02 mm.

Die Absorption dieses orangerot gefärbten Kristalles nahm vom Rot ausgehend bis 616 m μ ab, dann wieder Anstieg und zwar so stark, daß schon bei 518 m μ weitere Messungen unmöglich wurden. Das untersuchte Stück war eine abgesprungene Platte, die nicht weiter poliert zu werden brauchte.

Tabelle 46.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,05887	1,206	567	0,04906	1,283
648	0,06099	1,193	561	0,04396	1,330
624	0,06211	1,183	551	0,03699	1,404
620	0,06387	1,174	543	0,03049	1,486
616	0,06510	1,163	537,5	0,02614	1,552
612	0,06475	1,166	533	0,02213	1,623
604	0,05837	1,210	524	0,01693	1,736
584	0,05549	1,231	518	0,01396	1,819

f) Gefärbte Gläser.

Rotes Glas 1 (Tab. 47 Fig. 16).
Plattendicke: 0,37 mm.

Ein rotes, als Platte ganz schwach blaustichiges Präparat, das in der Institutssammlung mit Pyrop bezeichnet war, zeigte eine Absorptionskurve, die nach regelmäßigem Anstieg bei 535 m μ ein Maximum erreichte und von dort wieder steil zum Violett abfiel. Da dieser Kurventypus sonst nicht weiter vertreten war, wurde in Kassel eine Analyse angefertigt, die ergab, daß es sich um gefärbtes Glas handelte. Es wurden gefunden: Kieselsäure, Blei, Eisen, Tonerde, Mangan. Quantitativ konnten die einzelnen Bestandteile nicht bestimmt werden, da der Platintiegel durchgeschmolzen war und weiteres Material nicht mehr zur Verfügung stand. Die Messung der Absorption wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten vorgenommen. Zur graphischen Darstellung wurden die in der Tabelle angegebenen E-Werte durch 2 dividiert.

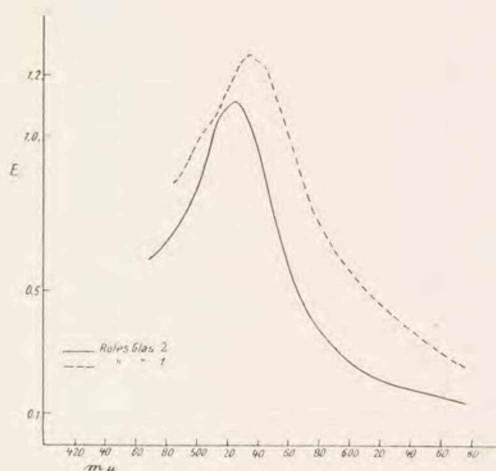


Fig. 16.

Tabelle 47.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,6448	0,5034	540	0,1175	2,513
659	0,5939	0,6116	537,5	0,1163	2,525
648	0,5374	0,7289	535	0,1151	2,538
639	0,5129	0,7835	533	0,1157	2,532
624	0,4702	0,8857	530	0,1188	2,501
612	0,4179	1,024	527	0,1220	2,469
604	0,3891	1,108	524	0,1289	2,404
596	0,3526	1,224	522	0,1359	2,343
584	0,3135	1,361	520	0,1411	2,297
581	0,2969	1,425	518	0,1485	2,239
578	0,2821	1,485	516	0,1505	2,223
575	0,2565	1,597	513	0,1589	2,159
571	0,2401	1,675	511	0,1635	2,126
567	0,2213	1,77	509	0,1672	2,10
564	0,2015	1,88	506	0,1736	2,055
561	0,1849	1,981	502	0,182	2,000
558	0,1659	2,108	498	0,1946	1,921
554	0,1505	2,223	496	0,2015	1,88
551	0,1428	2,284	492	0,2129	1,816
548,5	0,1297	2,397	490	0,2213	1,77
546	0,124	2,45	484	0,2351	1,699
543	0,1200	2,489			

Rotes Glas 2 (Tab. 48 Fig. 16).
Plattendicke: 1,41 mm.

Das homogen durchgefärbte tiefrote Glas wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen und lieferte eine Absorptionskurve, die im Rot langsam, im Grün stark anstieg und bei 524 m μ ein Maximum erreichte. Der Abfall zum Violett war schwächer als der Anstieg. Von 10 g dieses Glases wurde eine quantitative Untersuchung auf Mangan angefertigt. Diese ergab für Mangan den Wert 0,097 %.

Tabelle 48.

m μ	D	E	m μ	D	E
677	0,6448	0,1383	530	0,02954	1,092
648	0,56421	0,1763	527	0,02713	1,111
624	0,51292	0,2057	524	0,02661	1,117
604	0,43401	0,2571	522	0,02726	1,110
596	0,38911	0,2907	520	0,02814	1,099
584	0,34195	0,3306	518	0,02879	1,093
575	0,26242	0,4121	516	0,030916	1,071
571	0,22796	0,4555	513	0,032332	1,057
567	0,20897	0,4823	511	0,036997	1,039
564	0,17911	0,5297	509	0,041486	0,9801
561	0,14407	0,5969	506	0,044957	0,9553
554	0,11173	0,6751	502	0,058771	0,8731
551	0,088854	0,7454	500	0,063394	0,8497
548,5	0,072335	0,8085	496	0,076245	0,7929
546	0,057121	0,8816	492	0,090274	0,7404
543	0,051292	0,9149	490	0,10075	0,707
540	0,044602	0,9797	484	0,10747	0,6941
537,5	0,037994	1,007	476	0,12679	0,6361
535	0,033989	1,041	467	0,14407	0,5969
533	0,031608	1,064			

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc.
Beilage-Band LVII. Abt. A. 1927. S. 397—500.

Ueber Mineralfärbungen.

II. Die Absorption einiger rot gefärbter Mineralien und künstlicher Präparate im sichtbaren und ultravioletten Teil des Spektrums.

Von

O. WEIGEL und H. UFER.

Mit Taf. VI und 33 Textabbildungen.

In einer vorangegangenen im hiesigen Institut ausgeführten Untersuchung [1] waren die Absorptionskurven einer Reihe rot gefärbter Mineralien im sichtbaren Spektrum aufgenommen worden, um damit den Anfang einer Sammlung von Beobachtungstatsachen zu schaffen, aus der später Schlüsse bezüglich der Natur der Mineralfärbungen gewonnen werden sollten. Die vorliegende Arbeit stellt eine Fortsetzung und insofern einen Ausbau jener ersten Untersuchung dar, als erstens eine größere Reihe von gefärbten Gläsern und synthetischen Mineralien von bekanntem Färbemittel in den Kreis der Untersuchung gezogen wurden, um ihre Absorptionsspektren mit denen der natürlichen Mineralien zu vergleichen, und zweitens die Untersuchung der Absorption auch auf den langwelligen Teil des ultravioletten Spektrums ausgedehnt wurde, da so eine sichere Erkennung bestimmter charakteristischer Absorptionsspektren ermöglicht wurde.

Während für die Absorptionsmessungen im sichtbaren Gebiet des Spektrums die Versuchsanordnung und Darstellung der Ergebnisse die gleiche war wie bei den früheren Untersuchungen, kam zur Aufnahme der Absorptionskurven im

[1] O. Weigel und G. Habich, Über Mineralfärbungen I. Mügge-Festband (dies. Jahrb. Beil.-Bd. LVII Abt. A. p. 1).

Ultraviolett ein Quarz-Spektrometer der Firma Fueß zur Anwendung, für dessen Überlassung dem hiesigen physikalischen Institute auch an dieser Stelle gedankt sei.

Die Anordnung ist schematisch in Fig. 1 dargestellt. E bedeutet eine Eisen-Kohle-Bogenlampe, die mit 15 Ampère gespeist als Beleuchtungsquelle diente. Um sicher reproduzierbare kurze Belichtungszeiten erzielen zu können, wurde hinter der Bogenlampe eine durch ein Präzisions-Uhrwerk gedrehte Scheibe S gestellt, die nahe dem Rande eine kreisrunde Öffnung von 4 cm Durchmesser besaß. Diese Öffnung konnte durch zwei parallel verschiebbare Blechstreifen in

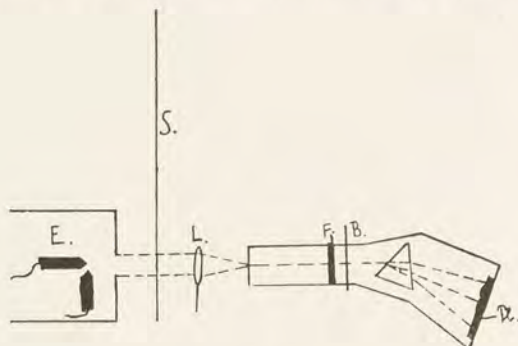


Fig. 1.

einen Spalt von jeder gewünschten Breite verwandelt werden und so — außer durch Veränderung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe — die Belichtungszeit in weitgehendem Maße geändert werden. Das aus der Scheibenöffnung austretende Lichtstrahlbündel fiel auf eine Quarzlinse L, die ein reelles Bild des Kraters der Bogenlampe etwa in der Ebene des Spektrometer-Eintrittsspaltes entwarf. Zur Aufnahme der Absorptionsspektren wurde das Versuchspräparat mit Plastolin vor der Öffnung des Eintrittsspaltes befestigt. Die photographische Platte Pl des Spektrometers war meßbar vertikal verschiebbar, und es wurden je 12 Aufnahmen nacheinander vorgenommen und zwar in der Anordnung, daß auf zwei Aufnahmen des Untersuchungsobjektes stets eine Aufnahme des freien Eisen-Kohlelichtbogens folgte, der als Beleuchtungsquelle diente. In Fig. 1 ist B eine Blende, die zur

Einschnürung des wirksamen Strahlenbündels dient, und F eine Vorrichtung zur Feineinstellung für verschiedene Wellenlängen.

Um die Wellenlängen der einzelnen Linien der Eisen-Kohleaufnahme zu bestimmen, wurde das Emissionsspektrum von Quecksilber aufgenommen und dieses mit dem Emissionsspektrum von Eisen-Kohle verglichen. Auf folgende starke Emissionslinien des Quecksilbers wurde eingestellt: 253,672; 265,22; 296,737; 313,09; 365,031; 404,678; 435,858; 491,641; 546,097; 576,945 mμ.

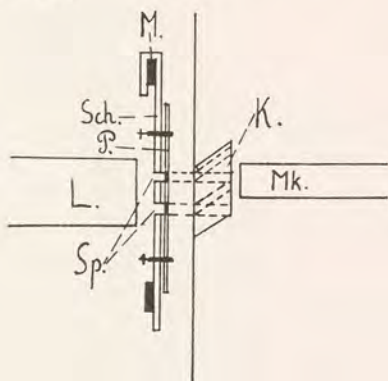


Fig. 2.

Auf diese Weise wurden die Wellenlängen ganz charakteristischer Emmissionslinien des Eisen-Kohlelichtes bestimmt, auf die später immer wieder eingestellt werden konnte. Eine von der Firma Fueß zu diesem Spektrographen herausgegebene Wellenlängeskala ermöglichte so, die Wellenlänge jeder einzelnen Stelle leicht angeben zu können. Als Platten wurden die lichthoffreien, orthochromatischen Moment-Platten (Anti-Halo-Rapid) der Firma Perutz in München verwandt.

Da es wünschenswert erschien, die photographischen Aufnahmen in Form von Absorptionskurven darzustellen, und zwar in sorgfältigerer Weise, als dies durch Abschätzung der Schwärzungsgrade mit dem unbewaffneten Auge möglich ist, wurden die photographischen Platten mit folgender Einrichtung photometrisch ausgemessen. Die Anordnung ist skizzenhaft in Fig. 2 dargestellt.

Auf einer Messingschiene M hing leicht verschiebbar eine Messingscheibe Sch, die in der Mitte zwei dünne wagerechte Spalte Sp von je 1,7 mm Breite besaß (Entfernung der Spalte voneinander 2,4 mm). Auf der Schiene M befand sich eine Millimeterteilung, so daß man vermittels einer auf der Scheibe befestigten Marke leicht die jeweilige Stellung genau ablesen konnte. Die photographische Platte P wurde auf der Scheibe derart befestigt, daß die beiden Aufnahmen — die Aufnahme des Präparates und die Vergleichsaufnahme — gerade auf die Spalte fielen und daß die charakteristische Linie bei 290 $m\mu$ der Eisen-Kohleaufnahme auf eine markierte Stelle traf. Als Beleuchtungsquelle diente eine 50kerzige elektrische Lampe, deren Strahlen durch ein Linsensystem L parallel auf die Scheibe gelenkt wurden. Vor dieser Scheibe befand sich eine Platte mit einem senkrechten Spalt von ebenfalls 1,7 mm Breite und darauf orientiert aufgeklebt ein Kalkspatkristall K. Durch den Kalkspat erhält man die Bilder der beiden Aufnahmen doppelt. Der Kristall war so dick, daß von der oberen Aufnahme das ordentliche und von der unteren das außerordentliche Bild sich gerade berührten. Man beobachtet nun durch ein Mikroskop Mk diese beiden verschieden polarisierten Bilder und stellt mit einem Nikol auf gleiche Helligkeit ein. Auf einem Teilkreis lassen sich dann die betreffenden Winkelwerte ablesen. Man mißt so die ganze Aufnahme durch, indem man die Scheibe auf der Messingschiene von Millimeter zu Millimeter verschiebt. Dabei waren die den einzelnen Millimetern entsprechenden Wellenlängen bekannt.

Die Ermittlung der relativen Größe der Absorption aus den erhaltenen Winkelwerten geschah auf Grund folgender Überlegung:

Bezeichnet man die Intensität eines austretenden Lichtstrahles, der durch diejenige Stelle der Platte ging, an der sich die Aufnahme eines Präparates befand, mit J_{c_1+u} und analog diejenige bei der Vergleichsaufnahme mit J_{c_2} und die gemessenen Winkelwerte mit α, so erhält man für $\mathrm{tg}^2\,\alpha$

$$\text{I.} \qquad \frac{J_{c_1+u}}{J_{c_2}} = \mathrm{tg}^2\,\alpha.$$

Bezeichnet man nun die Einfallsintensität des Lichtes mit J_E und mit D_{c_1} und D_u die betreffenden Durchlässigkeitswerte, wobei D_{c_1} sich auf das der Präparatenaufnahme zugrunde liegende Eisenspektrum beziehen soll, so erhält man für J_{c_1+u}:

$$\text{II.} \qquad J_{c_1+u} = J_E \cdot D_u \cdot D_{c_1}.$$

Nun ist D_{c_1} (also die Durchlässigkeit des der Präparatenaufnahme zugrunde liegenden Eisenspektrums) gleich der aus diesem Spektrum austretenden Lichtintensität durch Einfallsintensität.

$$\frac{J_{c_1}}{J_E} = D_{c_1}.$$

Setzt man den Wert von D_{c_1} in Gleichung II ein, so erhält man:

$$J_{c_1+u} = J_E \cdot D_u \cdot \frac{J_{c_1}}{J_E}.$$

Hieraus wird:

$$J_{c_1+u} = D_u \cdot J_{c_1}.$$

Setzt man diesen Wert von J_{c_1+u} in Gleichung I ein, so erhält man:

$$tg^2 \alpha \cdot J_{c_2} = D_u \cdot J_{c_1}.$$

Dann ist D_u:

$$D_u = \frac{J_{c_2}}{J_{c_1}} \cdot tg^2 \alpha.$$

D_u ist die Durchlässigkeit der photographischen Platte und wird als umgekehrt proportional der des bei der Aufnahme benutzten Präparates (d_u) angenommen.

$$\frac{1}{D_u} = d_u = \frac{J_{c_1}}{J_{c_2}} \cdot \frac{1}{tg^2 \alpha}.$$

$\frac{J_{c_1}}{J_{c_2}}$ ergibt sich hierbei als konstanter Faktor, der leicht bestimmt werden kann, wenn man die Durchlässigkeitswerte und die entsprechenden Werte für bestimmte Wellenlängen kennt. Die Bestimmung des Faktors wurde derart vorgenommen, daß man für mehrere Wellenlängen aus den bekannten Durchlässigkeitswerten (die man mit dem Vierordt'schen

Spektralphotometer erhielt) und den Winkelwerten α der Nikolstellungen den jeweiligen Faktor errechnete und daraus das Mittel zog. Die Übereinstimmung dieser Faktoren ließ bei manchen Präparaten zu wünschen übrig, und es ist daher im praktischen Teil bei den einzelnen Präparaten die Genauigkeit und der Wert des Faktors angegeben.

Ausgerechnet wurden die reziproken Durchlässigkeitswerte. Die Genauigkeit solcher nur relativen Absorptionswerte ist stark von der photographischen Aufnahme abhängig. Daß diese Methode jedoch hinreichend genau ist, beweist die gute Übereinstimmung der Absorptionskurven der verschiedenen Rubine und Spinelle. Die Genauigkeit der Ausphotometrierung der Platten durch Einstellung auf gleiche Helligkeit ist ebenfalls schwankend, beträgt aber im Durchschnitt $\pm$ 2—3°.

Bei der Ausphotometrierung der photographischen Absorptionsaufnahmen weichen die ermittelten Werte in dem Bereich von 570 bis etwa 480 mμ oft sehr stark von den mit dem Vierordt'schen Spektralphotometer gemessenen ab. Dieses rührt daher, daß die beiden Bilder — von der Vergleichsaufnahme und der Aufnahme des Untersuchungsobjektes — im Gesichtsfelde des Mikroskopes einen Bereich von 2—3 mm der photographischen Platte umfassen. Nun schließen gerade in jenem langwelligen Gebiete (570—480 mμ) 2 mm einen Wellenlängenbereich von etwa 30—40 mμ in sich ein. Es ist daher verständlich, daß unter diesen Umständen eine genaue Übereinstimmung nicht zu erzielen ist. Daher sind erst von 480 mμ an die erhaltenen Absorptionswerte reproduzierbar und in den Tabellen angegeben.

Da die Absorption im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums bedeutend größer ist als im sichtbaren Teil, so war es nicht möglich, beide Kurven von demselben Präparat in einem Maßstabe zu vereinigen, ohne daß darunter die übersichtliche Darstellung der Absorptionskurven im sichtbaren Teil des Spektrums litte. Bei der Darstellung der beiden Kurven eines Präparates ist im folgenden daher so verfahren worden, daß die bei der Ausphotometrierung der photographischen Platte erhaltenen Absorptionswerte in einem anderen Maßstabe in die Kurve eingezeichnet wurden, und zwar

in einem solchen, der durch die Größe der E-Werte erforderlich war. Die jeweils in Klammern stehenden Zahlen geben daher den Maßstab jener Kurve an. Die beiden zusammengehörigen Kurven eines Präparates sind in den Figuren durch eine punktierte Linie verbunden.

Da es sich infolge der guten Übereinstimmung mancher Absorptionskurven erübrigte, jede einzelne in einer Figur darzustellen, so sind nur diejenigen Kurven figürlich dargelegt, die einen besonderen Typus charakterisieren.

Es erschien zweckmäßig, den Kreis der Untersuchung möglichst weit auszudehnen, um auf diese Weise einen Überblick über die verschiedenartige Absorption rot gefärbter Präparate zu erhalten und den Einfluß des Färbemittels auf dieselbe kennen zu lernen. Es wurden daher eine größere Anzahl Gläser mit bekanntem Färbemittel und reiner chemischer Verbindungen auf ihre Absorption untersucht. Ferner wurde — wie schon eingangs erwähnt — die Absorption im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums gemessen und zwar auch an denjenigen Präparaten, die schon in der vorangegangenen Arbeit als Untersuchungsobjekte gedient hatten, deren Absorption im sichtbaren Teil des Spektrums also bekannt war. In einer Liste sind die untersuchten Präparate noch einmal zusammengefaßt und bei einer Reihe von ihnen zur besseren Charakterisierung einige physikalische Konstanten, wie Dichte und Brechungsindex, angegeben.

Die vorliegende Arbeit ist demgemäß folgendermaßen eingeteilt:

I. Gläser.

II. Reine chemische Verbindungen.
 a) ohne Maximum der Absorptionskurve,
 b) mit ,, ,, ,,

III. Mineralien.
 a) Rubine und Spinelle,
 b) Granate.
  1. Pyrope, 2. Almandine, 3. Grossulare.
 c) Turmaline.
 d) Quarze.

Liste der Unter-

Nr.	Präparat	Herkunft	Dicke		Brechungsindex n_D
1	Manganglas Nr. 1	Firma Becker, Oberh.	0,85 mm		—
2	„ „ 2	„ „ „	0,51 „		—
3	„ „ 3	Glasfachschule Zwiesel, Bayern	0,62 „		—
4	„ „ 4	Chem. Werke Schuster & Wilhelmy	0,72 „		—
5	„ „ 5	Unbekannt	0,07 „	+	—
6	Goldrubin „ 1	Glasfachschule Zwiesel	1,00 „	+	—
7	„ „ 2	Chem. Werke Schuster & Wilhelmy	0,74 „		—
8	„ „ 3	„	1,01 „		—
9	Kupferrubin „ 1	„	0,1 „	+	—
10	„ „ 2	Glasfachschule Zwiesel	0,63 „		—
11	Selenglas „ 1	„	0,51 „		—
12	„ „ 2	„	1,74 „		—
13	Silbergelb	„	0,3 „	+	—
14	Kohlegelb	„	1,71 „		—
15	Tellurglas „ 1	„	1,69 „		—
16	„ „ 2	„	1,06 „		—
17	„ „ 3	„	0,50 „		—
18	Didymglas „ 1	„	7,14 „		—
19	„ „ 2	Samml. d. min. Inst.	17,82 „		—
20	Chromglas	Chem. Werke Schuster	0,65 „		—
		& Wilhelmy	2,93 „		—
21	Nitroprussidnatrium	Samml. d. chem. Inst.	0,1 „	+	—
22	Ferricyankalium	„	0,1 „	+	—
23	Kaliumchlorochromat	„	0,1 „	+	—
24	Kaliumlithiumplatincyanür	„	0,1 „	+	—
25	Schwefels. Kobaltammonium	„	0,1 „	+	—

Anmerkung: 1. Ein + bedeutet, daß die Dicke der Platte nur geschätzt wurde.

2. Die Bezeichnung Politur I, II oder III ist von der vorigen Arbeit übernommen worden und bedeutet die gleichen Oberflächeneigenschaften wie dort.

suchungspräparate.

Dichte	Oberflächen-beschaffen-heit	Bemerkungen
—	Politur II	violett
—	„ I	„ mit einigen Schlieren
—	„ I	„
—	„ II	„
—	eingebettet	„
—	Politur I	rot
—	„ III	„ gut angelaufen
—	„ II	„ schlecht angelaufen, die gleiche Farbe wie Nr. 7, nur schwächer
—	„ II	rot
—	„ I	„ einige Schlieren
—	„ I	„ orangestichig, enthält Cadmiumsulfid
—	„ I	„ bräunlich, enthält viele Blasen, reines Selenglas
—	„ I	hellgelb
—	„ I	gelb, schwach bräunlich
—	„ II	stark graubraun gefärbt mit vielen Schlieren
—	„ II	graubraun, starke Schlieren, enthält noch 2 g Arsenik
—	„ II	graubraun, starke Schlieren, ohne Arsenik
—	„ II	schwach rosa, enthält viele Blasen
—	„ I	sehr schwach rosa, völlig klar
—	„ III	grün
—	eingebettet	rot, etwas gelbstichig
—	„	rotbraun
—	„	gelbrot
—	„	rot-orange, mit einzelnen Rissen und metallischer Reflexion an der Oberfläche
—	„	rot, etwas violettstichig

3. Die mit einem Stern (*) markierten Präparate sind bereits in der vorhergehenden Arbeit im sichtbaren Teil des Spektrums von G. H a b i c h gemessen worden.

Liste der Unter-

Nr.	Präparat	Herkunft	Dicke	Brechungsindex n_D
26	Schwefels. Kobaltkalium	Samml. d. chem. Inst.	0,89 mm	—
27	Schwefels. Chromoxyd	,,	0,1 ,, +	—
28	Chromnitrat	,,	0,1 ,, +	—
29	Chromalaun	,,	0,72 ,,	—
30	Ammoniumbichromat	Samml. d. min. Inst.	0,1 ,, +	—
31	Kaliumbichromat	,,	0,1 ,, +	—
32	Korund, Rubin Nr. 1	J. G. Farbenindustr. Bitterfeld	2,36 ,,	—
33	,, ,, ,, 2	,,	5,67 ,,	—
34	,, ,, ,, 3	,,	0,1 ,, +	—
35	,, ,, ,, 4	,,	1,76 ,,	—
36	,, ,, ,, 5	,,	3,35 ,,	—
37	,, ,, ,, 6	,,	0,1 ,, +	—
38	,, ,, ,, 7	,,	3,06 ,,	—
39	,, ,, ,, 8	,,	5,95 ,,	—
40	,, Gelb	,,	6,03 ,,	—
41	,, Saphir	,,	2,79 ,,	—
42	Spinell, Rot Nr. 1	selbst hergestellt	0,1 ,, +	—
43	,, ,, ,, 2	,, ,,	0,1 ,, +	—
44	,, ,, ,, 3	J. G. Farbenindustr. Bitterfeld	3,10 ,,	—
45	,, ,, ,, 4	Ceylon	—	—
46	,, aquamarinblau	J. G. Farbenindustr. Bitterfeld	4,53 mm	—
47	Pyrop Nr. 1	Dtsch.-Südwestafrika	1,19 ,,	1,744
48	,, ,, 2	Spanien	1,75 ,,	1,737
49	,, ,, 3	Meronitz b. Bilin	0,35 ,,	—
50	,, ,, 4	,,	0,32 ,,	—
51	,, ,, 5	Diamantgruben von Kimberley	0,19 mm	—
*52	Almandin Nr. 1	Uratara auf Ceylon	1,98 ,,	1,762
*53	,, ,, 3	Lindy, Dtsch.-Ostafr.	2,61 ,,	1,767
*54	,, ,, 7	Madulke b. Kandy	1,36 ,,	1,760
*55	,, ,, 8	Ceylon	1,51 ,,	1,812
*56	,, ,, 12	Grönland	0,58 ,,	1,775
*57	,, ,, 13	Paregebirge	0,54 ,,	1,785
58	,, ,, 15	Madagaskar	1,18 ,,	1,806
59	,, ,, 16	Spanien	—	1,8158

suchungspräparate.

Dichte	Oberflächen-beschaffen-heit	Bemerkungen
—	Politur II	rot, mit einigen Rissen
—	eingebettet	dunkelgrün, feine dünne Täfelchen
—	,,	grün, einige Risse
—	Politur II	blau-violett
—	eingebettet	gelb-rot
—	,,	rot, gelbstichig
—	Politur II	rot
—	,, II	rosa
—	eingebettet	rot, stärker als Nr. 32 gefärbt, mit einigen Schlieren
—	Politur III	rot, schwächer als Nr. 32 gefärbt
—	,, III	,, etwas gelbstichig
—	eingebettet	dunkel, mit einigen Schlieren
—	Politur II	rot-violett
—	,, II	violett, stark pleochroitisch
—	,, III	gelb
—	,, II	blau, starke Farbschlieren
—	eingebettet	schwach rot, nicht homogen gefärbt
—	,,	,, ,, ,, ,, ,,
—	Politur II	rot, mit sehr vielen Rissen
—	,, III	dunkelrot, mit wenig Rissen und Einschlüssen
—	,, II	hellblau
3,69	,, II	rot-violett, kleine Einschlüsse
3,73	,, II	blau-rot
—	,, II	rot-violett, kleine Einschlüsse
—	,, II	blau-rot
—	Politur I	rot, gelblich, frei von Einschlüssen
3,89	,, II	rosa-rot
3,85	,, II	tiefrot
3,89	,, I	rosa
4,12	,, II	violett, dunkler Einschluß
4,00	,, II	rot, derb, mit Einschlüssen
3,91	,, III	blau-rot
4,158	,, I	rot, violettstichig, wenig Risse
4,204	,, I	,, mit vielen Einschlüssen

Liste der Unter-

Nr.	Präparat	Herkunft	Dicke	Brechungsindex n_D
*60	Grossular Nr. 2 (Hessonit)	Ceylon	2,19 mm	1,748
*61	Turmalin (rot) Nr. 1	Minas Geraes	3,31 ,,	—
*62	,, ,, ,, 5	Brasilien	2,01 ,,	—
*63	,, (grün) ,, 5	,,	2,01 ,,	—
*64	,, (rot) ,, 3	Sibirien	4,91 ,,	—
*65	Quarz (Amethyst) Nr. 1	Nord-Karolina	9,53 ,,	—
*66	,, (Rosenquarz) Nr. 3	Bayrischer Wald	5,57 ,,	—
*67	,, (Amethyst gebr.) Nr. 4	Unbekannt	3,73 ,,	—
*68	,, (gebr.) ,, 5	Spanien	6,53 ,,	—

I. Absorptionskurven der Gläser.

Manganglas Nr. 1 (Tab. 1 a u. b).

Von einem von der Firma Becker zur Verfügung gestellten schön violett gefärbten Manganglase wurde eine 0,85 mm dicke Platte hergestellt und diese bei 5 Einheiten der unteren Spaltweite gemessen. Diesem Natron-Kaliglas waren zur Färbung 1,3 % MnO_2 zugegeben worden. Die Absorption steigt von 680 mμ beständig an und ist von 502—470 mμ ungefähr konstant.

Die photographische Absorptionsaufnahme ergab nur ein Minimum bei etwa 400 mμ. Die Übereinstimmung der Faktoren war gut und ergab im Mittel 0,326.

Manganglas Nr. 2 (Tab. 2).
(Firma Becker. Plattendicke 0,51 mm.)

Die Zusammensetzung dieses violetten Glases war die gleiche wie beim vorigen, nur waren hier als Färbemittel 2 % MnO_2 zugegeben. Die beiden Kurven sind daher im Typus

suchungspräparate.

Dichte	Oberflächen-beschaffen-heit	Bemerkungen
3,66	Politur I	honiggelb
3,051	,, II	tief rosa, parallel zur c-Achse geschnitten
3,05	,, II	rot, parallel zur c-Achse geschnitten
—	,, II	der grüne Teil des rot-grün gefärbten Präparates Nr. 62
3,02	,, I	rot, senkrecht zur c-Achse geschnitten
2,64	,, I	wolkig, zonenweise gefärbt
2,65	,, I	schwach rosa
2,66	,, I	weingelb
2,64	,, I	gelb-braun.

gleich und unterscheiden sich nur in der Größe der E-Werte. Das Glas mit stärkerer Farbintensität besitzt größeres Absorptionsvermögen, daher größere E-Werte. Das Präparat wurde bei 5 Einheiten der unteren Spaltweite gemessen.

Tabelle 1 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,60	0,262	527	0,323	0,581
663	0,581	0,278	525	0,319	0,587
652	0,57	0,289	518	0,305	0,610
627	0,534	0,322	513	0,296	0,626
614	0,515	0,341	510	0,291	0,635
605	0,498	0,358	508	0,288	0,639
593	0,472	0,386	506	0,285	0,645
584	0,452	0,408	504	0,283	0,649
576	0,432	0,431	502	} 0,281 (502–467)	} 0,652 (502–467)
569	0,414	0,453	496		
560	0,39	0,484	493		
553	0,376	0,503	484		
544	0,357	0,529	475		
538	0,346	0,545	467		
532	0,335	0,562			

Manganglas Nr. 3 (Tab. 3 a u. b, Fig. 3).

Dieses von der Glasfachschule Zwiesel durch Herrn Dr. Springer erhaltene violette Manganglas wurde bei einer unteren Spaltöffnung von 5 Einheiten gemessen und besaß eine Plattendicke von 0,62 mm. Diese Kurve zeigt wieder genau denselben Typus wie die beiden vorigen Mangankurven.

Tabelle 1 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	3,29	398	0,943	346	2,01
472	2,86	391	1,29	342	3,29
464	1,87	386	1,2	337	4,06
453	1,74	380	1,29	334	4,36
445	1,74	375	1,02	330	5,03
436	1,2	370	1,5	326	5,81
428	1,5	365	1,4	323	5,81
420	1,29	360	1,4	319	5,03
412	0,943	355	2,16		
405	1,02	350	1,87		

Tabelle 2.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,508	0,581	532	0,22	1,30
663	0,494	0,606	527	0,21	1,34
652	0,48	0,630	525	0,206	1,36
627	0,438	0,709	518	0,193	1,41
614	0,414	0,757	513	0,186	1,44
605	0,394	0,799	510	0,184	1,45
593	0,366	0,863	508	0,183	1,458
584	0,342	0,921	506		
576	0,32	0,978	504		
569	0,293	1,03	502		
560	0,276	1,105	493	0,182	1,462
553	0,26	1,156	484		
544	0,242	1,218	475		
538	0,232	1,254	467		

Die Absorptionskurve im ultravioletten Teil des Spektrums zeigt gleichen Bau wie die vom Manganglas Nr. 1. Das Minimum liegt bei etwa 386 mμ. In Fig. 3 sind die beiden zusammengehörigen Kurven dargestellt. Es geht daraus hervor, daß etwa bei 480 mμ ein Maximum liegen muß. Das Mittel aus den gut übereinstimmenden Faktoren ergab 0,283.

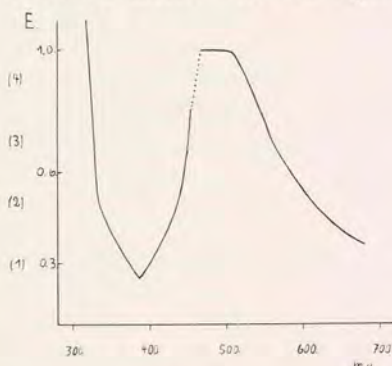


Fig. 3.

Tabelle 3 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,60	0,361	547	0,33	0,783
663	0,577	0,389	538	0,293	0,867
652	0,56	0,409	530	0,282	0,894
627	0,52	0,462	525	0,272	0,920
614	0,486	0,495	520	0,263	0,944
605	0,477	0,523	513	0,253	0,971
593	0,451	0,563	508	0,247	0,988
584	0,429	0,598	506	0,246	0,991
579	0,418	0,616	504		
572	0,402	0,644	502		
569	0,394	0,658	493	0,245	0,994
563	0,376	0,691	484		
556	0,358	0,726	475		
553	0,348	0,746	467		

Tabelle 3 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	5,02	398	0,841	342	1,87
472	3,79	391	0,841	337	1,87
453	3,53	380	0,841	334	2,01
445	2,16	375	0,92	326	3,53
436	2,01	370	0,99	323	4,06
428	1,87	360	1,28	319	5,02
420	1,38	350	1,38		
412	0,99	346	1,61		

Manganglas Nr. 4 (Tab. 4a u. b).
(Chemische Werke Schuster & Wilhelmy.)
Plattendicke: 0,72 mm.

Von allen Mangangläsern war dieses schön homogen gefärbte, tief violette Präparat am stärksten gefärbt. Diese Tatsache zeigt sich auch in der Größe der E-Werte. Gemessen wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten.

Tabelle 4 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,197	0,98	547	0,0245	2,237
663	0,175	1,053	541	0,0215	2,316
652	0,161	1,102	535	0,02	2,36
627	0,127	1,245	530	0,019	2,391
614	0,105	1,36	525	0,0185	2,406
605	0,092	1,443	520		
597	0,081	1,516	515		
589	0,068	1,622	510		
584	0,061	1,687	502		
579	0,054	1,76	493	0,018	2,427
572	0,046	1,857	484		
565	0,038	1,972	475		
560	0,034	2,049	467		
553	0,028	2,157			

Die völlige Übereinstimmung der Absorption im sichtbaren Teil des Spektrums dieses Präparates mit derjenigen der anderen Mangangläser ist auch im langwelligen ultravioletten Teil vorhanden. Das Minimum befindet sich hier bei 390 mμ. Die gute Übereinstimmung der Faktoren ergab im Mittel: 0,0598.

Tabelle 4 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	59,15	412	1,56	365	2,46
472	36,76	405	0,89	355	5,57
464	32,42	398	0,76	350	10,21
453	19,23	391	0,63	346	13,56
445	12,64	380	1,20	342	19,23
436	7,61	375	1,98	337	27,4
428	3,00	370	1,98	334	32,42

Manganglas Nr. 5 (Tab. 5).

Von einem violetten Manganglase unbekannter Herkunft wurde ein Dünnschliff hergestellt und bei einer unteren Spaltöffnung von drei Einheiten gemessen. Die Plattendicke wurde dabei schätzungsweise als 0,07 mm angenommen.

Die Absorptionskurven stimmen alle — sowohl im sichtbaren als auch im ultravioletten Teil des Spektrums — gut überein. Die Absorption steigt beständig an und bleibt zwischen 506 und 480 mμ konstant. Nach einer starken Abnahme erreicht sie bei 380—400mμ ein Minimum, um dann wieder erneut zu steigen. Dem Umstand, daß beim Manganglas Nr. 4 die Absorption schon bei 520 mμ konstant wird, möchte ich keinen großen Wert beilegen. Denn es muß berücksichtigt werden, daß erstens eine Verschiedenheit des Glassatzes einen großen Einfluß auf die Absorption ausübt, und zweitens, daß der zum Färben verwendete Braunstein niemals rein ist, sondern immer mehr oder weniger Eisenoxyd enthält, das sich gleich in der Kurve bemerkbar macht. Die hier gemessene Absorption der Mangangläser stimmt im allgemeinen gut mit

Tabelle 5.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,82	1,23	554	0,614	3,03
673	0,796	1,42	539	0,592	3,25
661	0,77	1,62	525	0,574	3,44
650	0,753	1,79	513	0,56	3,59
640	0,737	1,89	502		
630	0,72	2,04	493		
616	0,70	2,21	484		
607	0,686	2,34	475	0,55	3,71
599	0,676	2,43	467		
580	0,65	2,67	459		
570	0,637	2,79	452		

den von Zsigmondy[1] angegebenen Absorptionskurven überein. Bei diesen Kurven nimmt die Absorption bis etwa 520 mμ beständig zu, bleibt dann — abgesehen von einigen Schwankungen — konstant und nimmt dann von 450 mμ

[1] Zsigmondy, Annal. d. Physik u. Chemie. IV, 4. (1901.) p. 60.

an wieder ab. Die Absorptionsaufnahmen im langwelligen Ultraviolett zeigen deutlich diesen Abfall, der etwa bis 390 mμ geht. Von dann ab ist wieder ein Steigen der Absorption zu bemerken.

Welche Oxydationsstufe des Mangans eigentlich die Färbung bewirkt, hat man bisher nicht einwandfrei feststellen können. Bei der Glasfabrikation wird durch reduzierende Gase ein großer Teil des dem Glassatz zugesetzten Braunsteins zum farblosen Manganoxydul reduziert, sodaß nicht die ganze Menge des zugeführten Mangans als Färbemittel auftritt.

Goldrubin Nr. 1 (Tab. 6 u. Fig. 4).
(Glasfachschule Zwiesel.)

Das vorliegende Präparat war ein Überfangglas und wurde mit einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Um die Extinktion berechnen zu können, wurde die Dicke der Farbschicht als 1 mm angenommen. Das Maximum der Absorption liegt scharf ausgeprägt bei 536 mμ.

Tabelle 6.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,75	0,125	547	0,203	0,693
669	0,741	0,13	544	0,182	0,740
657	0,732	0,135	538	0,164	0,785
652	0,729	0,137	530	0,173	0,763
636,5	0,717	0,144	525	0,188	0,726
627	0,709	0,149	518	0,22	0,658
618,5	0,685	0,164	513	0,25	0,602
609	0,651	0,186	508	0,278	0,556
605	0,632	0,199	504	0,30	0,523
584	0,521	0,283	502	0,311	0,507
576	0,449	0,348	493	0,358	0,446
569	0,375	0,426	484	0,379	0,421
560	0,302	0,520	475	0,395	0,403
553	0,242	0,616	467	0,406	0,391

Um die Kurve in Fig. 4 übersichtlicher darzustellen, wurden die E-Werte mit 2 multipliziert und diese dann zur Zeichnung benutzt.

Goldrubin Nr. 2 (Tab. 7 a u. b und Fig. 4).

Von den chemischen Werken Schuster & Wilhelmy waren zwei verschiedene Proben Goldrubin zur Verfügung gestellt worden. Das vorliegende gut angelaufene Präparat mit einer Plattendicke von 0,74 mm wurde bei einer unteren Spaltöffnung von 5 Einheiten gemessen. Die Absorption steigt zunächst bis etwa 600 mμ nur langsam, nimmt dann aber immer größere Werte an und erreicht bei 498 mμ ein Maximum.

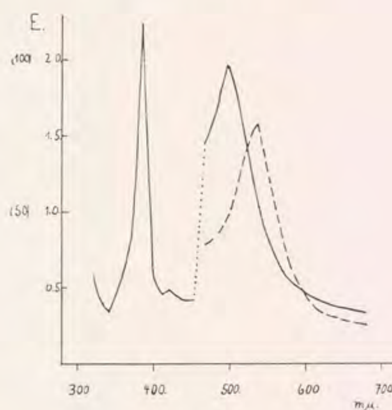


Fig. 4.

Goldrubin Nr. 1. — — — — — —
" " 2. ————————

Die photographische Aufnahme ergab ein scharf ausgeprägtes Maximum bei 386 mμ und ein kleineres bei 420 mμ. Faktor 0,1694.

Tabelle 7 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,571	0,331	538	0,174	1,03
669	0,559	0,343	532	0,14	1,16
657	0,548	0,356	527	0,114	1,28
652	0,544	0,359	525	0,096	1,38
636	0,529	0,376	520	0,075	1,53
627	0,52	0,385	515	0,06	1,67
614	0,492	0,419	510	0,049	1,78
605	0,47	0,445	506	0,043	1,86
593	0,445	0,479	502	0,039	1,92
584	0,421	0,511	498	0,036	1,97
576	0,392	0,554	493	0,041	1,89
569	0,357	0,602	488	0,052	1,75
560	0,305	0,700	484	0,059	1,68
553	0,276	0,758	475	0,074	1,53
544	0,22	0,891	467	0,087	1,44

Tabelle 7 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	24,8	405	24,8	355	27,2
472	24,8	398	29,8	350	22,7
464	22,7	391	63,2	346	19,2
453	20,9	386	11,2	342	17,7
445	20,9	380	71,8	337	20,9
436	20,9	375	44,56	334	20,9
428	22,7	370	40,06	330	20,9
420	24,8	365	36,16	326	27,2
412	22,7	360	32,8	323	29,8

Goldrubin Nr. 3 (Tab. 8 a u. b).
(Chemische Werke Schuster & Wilhelmy.)

Das zweite nur schwach angelaufene Präparat, dessen Dicke 1,01 mm betrug, wurde bei einer unteren Spaltöffnung von 5 Einheiten gemessen. Das Maximum der Absorption liegt bei 493 mμ. Die zweite Kurve ergab ein ausgeprägtes Maximum bei 380 mμ und ein kleineres bei 436 mμ.

Tabelle 8 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,80	0,096	547	0,61	0,213
669	0,788	0,103	541	0,586	0,231
657	0,778	0,108	538	0,575	0,239
652	0,772	0,112	530	0,54	0,265
636	0,76	0,118	525	0,50	0,298
627	0,75	0,124	518	0,46	0,336
605	0,72	0,142	513	0,40	0,395
584	0,692	0,158	508	0,37	0,429
579	0,686	0,162	504	0,35	0,454
572	0,674	0,169	502	0,342	0,463
569	0,668	0,174	493	0,313	0,499
563	0,656	0,182	484	0,34	0,465
556	0,638	0,193	475	0,37	0,429
553	0,63	0,200	467	0,40	0,394

Die beiden letzten, der Farbe nach verschiedenen Rubingläser, die nur Gold und kein anderes Schwermetall als Färbemittel enthalten, unterscheiden sich nicht durch ihren Gold-

gehalt; dieser ist in beiden Proben der gleiche. Der Farbunterschied ist wohl durch den verschiedenen Dispersitätsgrad — den kolloiden Zustand des Goldes — bedingt [1]. Zsigmondy [2] hat in seinem Buche über Kolloidchemie eine von Steubing gemessene Absorptionskurve einer 0,0025%igen rubinroten Goldlösung veröffentlicht, die sehr genau mit der hier angegebenen Absorptionskurve des Goldrubin-Überfangglases übereinstimmt. Bei der von Eder und Valenta [3] gemessenen Absorption liegt das Maximum nach etwas größeren Wellenlängen hin verschoben und zwar bei 550 mμ. Auch in der von Vogel [4] angegebenen Absorption eines Goldrubin-Überfangglases liegt das Maximum zwischen 540 bis 550 mμ.

Tabelle 8 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	2,14	398	3,79	346	2,94
472	2,31	391	6,82	342	4,15
464	2,50	386	9,66	337	5,01
453	3,48	380	12,58	334	4,15
445	3,79	375	6,82	330	4,56
436	6,82	370	2,50	326	7,62
428	5,53	365	4,15	323	5,01
420	4,15	360	6,13	319	4,56
412	3,48	355	4,15		
405	3,79	350	4,15		

Eine gute Übereinstimmung der Absorptionskurven ist auch im langwelligen Ultraviolett vorhanden. Ein deutliches, scharf ausgeprägtes Maximum liegt bei 386 bzw. 380 mμ. Das Maximum bei 430 mμ scheint nicht von Gold, sondern von irgendwelcher Verunreinigung — vielleicht Eisen — herzurühren. Denn in dem stark gefärbten Präparat tritt dieses

[1] Lorenz und Eitel, Pyrosole. Kolloidforschung in Einzeldarstellungen. Leipzig 1926. p. 100 u. f.

[2] Zsigmondy, Kolloidchemie. Leipzig 1918. p. 160 u. f.

[3] Eder und Valenta, Denkschrift d. Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Math.-Naturwissenschaftl. Kl. 61. (1894.) p. 285—297.

[4] Vogel, Spektralanalyse irdischer Stoffe. Nördlingen 1877.

Maximum nur verschwindend klein auf, während es natürlich bei den schwach gefärbten mehr zum Vorschein kommt.

Präparat	Maxima bei m μ
Goldrubin Nr. 1	536 [1]
„ „ 2	498; 420; 386
„ „ 3	493; 436; 380

Kupferrubin Nr. 1 (Tab. 9).

Von einer von den chemischen Werken Schuster & Wilhelmy überlassenen Probe eines Kupferrubinglases, welches zur Herstellung eines Außenüberfanges dient, wurde ein Dünnschliff angefertigt und bei 3 Einheiten der unteren Spaltweite gemessen. Plattendicke betrug schätzungsweise 0,1 mm. Das Maximum liegt bei 562 mμ und ein Minimum bei 526 mμ.

Eine quantitative Analyse dieses Glases ergab folgende Werte:

SiO_2	52,8 %	53,2 %
Pb	33,0 „	33,1 „
K	12,7 „	12,7 „
Cu	1,73 „	1,72 „
	100,23 %	100,72 %

Kupferrubin Nr. 2 (Tab. 10 a u. b und Fig. 5).
(Glasfachschule Zwiesel). Plattendicke 0,63 mm.

Eine zweite Probe eines Kupferrubinglases wurde bei einer unteren Spaltöffnung von 5 Einheiten gemessen. Das Maximum der Absorption liegt bei 562 mμ und ein Minimum bei 526 mμ.

Die Ausphotometrierung der Absorption im langwelligen Ultraviolett ergab nur sehr mittelmäßige Werte. Vor allem mußte von 370 mμ an der aufsteigende Ast der Kurve interpoliert werden. Zur Bestimmung des Faktors wurde aus 6 Berechnungen das Mittel gezogen und als 0,00951 bestimmt. Trotzdem läßt sich gut ein Maximum bei etwa 400 mμ feststellen.

Die Absorptionskurve des Kupferrubins verläuft nun wie folgt: Zunächst zeigt die Kurve vom langwelligen Ende

[1] Wurde im U.V. nicht gemessen.

Tabelle 9.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,60	2,219	553	0,0462	13,35
669	0,591	2,284	547	0,050	13,01
657	0,581	2,358	541	0,054	12,63
652	0,575	2,403	538	0,0562	12,50
636	0,551	2,589	530	0,061	12,15
627	0 53	2,757	525	0,063	12,01
614	0,485	3,143	520	0,061	12,15
605	0,42	3,768	513	0,059	12,29
593	0,30	5,229	508	0,057	12,44
584	0,185	7,338	502	0,054	12,68
579	0,101	9,961	493	0,050	13,01
572	0,058	12,37	488	0,048	13,19
565	0,044	13,57	484	0,045	13,47
560	0,042	13,77	475	0,04	13,98

Tabelle 10 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,728	0,219	556	0,174	1,208
669	0,721	0,226	553	0,177	1,198
657	0,711	0,236	547	0,182	1,18
652	0,708	0,238	538	0,191	1,142
636	0,685	0,262	530	0,197	1,123
627	0,665	0,282	525	0,198	1,12
614	0,616	0,341	520	0,197	1,123
605	0,57	0,389	513	0,194	1,137
597	0,503	0,476	506	0,188	1,15
593	0,46	0,537	502	0,186	1,163
584	0,356	0,714	493	0,178	1,195
579	0,256	0,945	484	0,171	1,223
572	0,197	1,122	475	0,161	1,27
563	0,171	1,223	467	0,152	1,3

des Spektrums aus ein schwaches Ansteigen der Absorption bis etwa 600—610 mμ, dann steigt diese aber schnell an, um bei 562 mμ ein Maximum zu erreichen. Die Absorption nimmt dann wieder ab, hat bei 526 mμ ein Minimum und steigt dann beständig wieder an. Nach einem Maximum bei etwa 400 mμ fällt die Kurve wieder, um von 380 mμ an wieder erneut zu steigen.

Tabelle 10 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	5,61	405	15,5	350	32,31
472	5,61	398	15,5	346	47,84
464	7,55	391	7,55	342	55,51
453	6,54	386	4,75	337	44,35
445	5,61	380	5,61	334	41,06
436	7,55	375	12,47	330	64,19
428	8,65	370	22,87	326	41,06
420	8,65	365	20,84		
412	13,93	360	17,16		

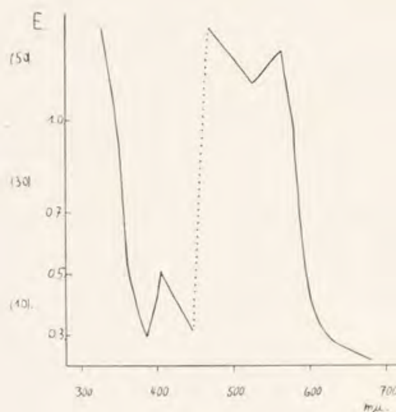


Fig. 5.

Nach E d e r und V a l e n t a[1] soll das Absorptionsmaximum eines Kupferrubinglases zwischen D—1/3 E liegen, das entspräche etwa zwischen 560—570 mμ. Diese Angabe, und ebenfalls die von V o g e l[2] angegebene Absorptionskurve, stimmt gut mit den gemessenen Kurven überein.

Lange war man im Zweifel, ob die Färbung durch Kupferoxydul oder durch metallisches Kupfer bewirkt würde, und erst dann trat eine Klärung ein, als es gelang, kolloidales

[1] E d e r und V a l e n t a, l. c.
[2] V o g e l, Spektralanalyse, l. c.

Kupfer von der Farbe eines Kupferrubinglases herzustellen und die einzelnen Teilchen im Ultramikroskop sichtbar zu machen.

Zsigmondy[1] gelang es, sowohl bei einer kolloidalen roten Kupferlösung wie auch beim Kupferrubinglas, den charakteristischen Absorptionsstreifen bei D festzustellen. Im Ultramikroskop konnten auch bei den hier untersuchten Präparaten die Kolloidteilchen des Kupferrubinglases deutlich erkannt werden.

Selenglas Nr. 1 (Tab. 11 a u. b und Fig. 6).
(Glasfachschule Zwiesel.)

Tabelle 11 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,89	0,100	553	0,308	1,013
663	0,87	0,12	547	0,261	1,155
646	0,852	0,138	538	0,225	1,282
627	0,834	0,156	532	0,21	1,342
614	0,818	0,173	525	0,187	1,442
601	0,808	0,183	518	0,161	1,571
584	0,775	0,219	513	0,141	1,685
576	0,68	0,332	506	0,116	1,853
569	0,585	0,461	502	0,1	1,981
563	0,462	0,664	493	0,07	2,287
560	0,4	0,788	484	0,055	2,494

Eine Probe eines roten Selenglases, das neben Selen auch noch einen Zusatz von Cadmiumsulfid enthielt, wurde bei einer unteren Spaltöffnung von 5 Einheiten gemessen. Plattendicke 0,51 mm. Die Kurve zeigt im sichtbaren Teil des Spektrums kein Maximum, sondern nach einem anfänglich schwachen Anstieg bis 580 mμ ein starkes Zunehmen der Absorption. Zwischen 530 und 560 mμ zeigt der ansteigende Ast der Kurve eine gewisse Ausbuchtung. Im U.V. steigt die Absorption weiter an und erreicht bei etwa 390 mμ ein Maximum.

Faktor zur Berechnung der E-Werte 0,06896.

[1] Zsigmondy, l. c.

Tabelle 11 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	31,9	428	98,4	386	272,1
472	47,2	420	109,5	380	272,1
464	55,9	412	137,4	375	202,0
453	66,7	405	233,3	370	202,0
445	73,2	398	233,3	365	202,0
436	88,8	391	383,8	360	176,4

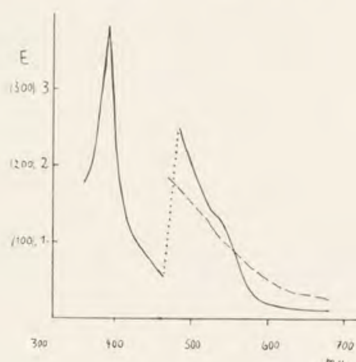


Fig. 6.

Selenglas Nr. 1 ————
„ „ 2 — — — —

Selenglas Nr. 2 (Tab. 12 und Fig. 6).

Um die Absorption eines reinen Selenglases, welches keine Spuren von Cadmiumsulfid enthielt, zu messen, wurde ein von Dr. Springer hergestelltes Glas untersucht, dessen Ausgangsprodukt folgende Zusammensetzung hatte:

50 g Quarzmehl,
10 „ Calciumcarbonat,
30 „ calcinierte Soda und
5 „ Selen.

Von dem schönen, gelbroten Glas wurde eine Platte von 1,74 mm Dicke hergestellt und bei 5 Einheiten der unteren Spaltweite gemessen.

Die Absorptionsaufnahme im U.V. ergab keine reproduzierbaren Werte.

Tabelle 12.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,8	0,0557	544	0,452	0,198
669	0,8	0,0557	535	0,414	0,220
652	0,79	0,059	530	0,393	0,233
636	0,752	0,071	527	0,375	0,245
627	0,729	0,079	525	0,368	0,249
618	0,708	0,086	520	0,35	0,262
605	0,678	0,097	513	0,32	0,284
597	0,66	0,104	508	0,308	0,294
584	0,62	0,119	502	0,29	0,309
579	0,6	0,128	493	0,268	0,329
569	0,553	0,148	484	0,25	0,346
563	0,525	0,161	475	0,238	0,358
556	0,502	0,172	467	0,23	0,367
553	0,49	0,178			

Das starke Zunehmen der Absorption beginnt bei dieser Kurve schon bei etwa 680 mμ und die Ausbuchtung, wie sie bei dem Cadmiumsulfid enthaltenden Selenglase vorhanden ist, ist hier nicht vorhanden. Zur Darstellung der Kurve in Fig. 6 wurden die mit 5 multiplizierten E-Werte verwandt.

Silbergelb (Tab. 13 a u. b und Fig. 7).
(Glasfachschule Zwiesel.)

Tabelle 13 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,859	0,22	506	0,381	1,397
652	0,82	0,287	504	0,355	1,499
627	0,785	0,350	502	0,338	1,57
605	0,75	0,417	500	0,315	1,672
584	0,72	0,476	496	0,27	1,895
569	0,685	0,548	493	0,235	2,096
553	0,635	0,657	490	0,188	2,42
538	0,585	0,776	486	0,115	3,131
525	0,521	0,944	484	0,07	3,85
518	0,48	1,062	480	0,054	4,225
510	0,414	1,277	475	0,037	4,773

Daß kolloidales Selen als färbender Bestandteil bei roten und rosa Selengläsern anzusprechen ist, ist allgemein bekannt. So konnten auch in dem mit Cadmiumsulfid versetzten Selenglas im Ultramikroskop Kolloidteilchen deutlich wahrgenommen werden.

Das gelb gefärbte Präparat war ein Überfangglas und wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Die Absorption steigt bis etwa 500 $m\mu$ nur langsam an und

Tabelle 13 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	56,1	391	3,6	337	3,6
472	258,5	386	3,2	334	4,5
464	477	380	2,1	330	7,5
453	477	375	1,3	326	11,4
445	209.8	370	1,07	323	15,6
436	24,1	365	1,07	319	34,3
428	12,36	360	1,3	316	42,2
420	5,1	355	1,6	313	75,3
412	3,2	350	1,8	310	157,5
405	2,5	346	2,1	306	232,4
398	2,1	342	2,8		

erreicht bei 450 $m\mu$ ein Maximum. Nach Eder und Valenta[1] soll ein Maximum bei 435 $m\mu$ liegen. Das Silber liegt hier in kolloidaler Form vor, jedoch konnte eine Auflösung im Ultramikroskop nicht erreicht werden. Die Plattendicke wurde auf 0,3 mm geschätzt. Die Faktoren waren nicht gut übereinstimmend, doch wurde das Mittel aus 7 Messungen genommen und als 0,0292 gefunden.

Kohlegelb (Tab. 14 und Fig. 7).
(Glasfachschule Zwiesel.)

Die Absorptionskurve des Kohlegelb-Glases zeigt kein Maximum, vielmehr steigt die Absorption bis 470 $m\mu$ beständig an. Das Präparat, welches bei 5 Einheiten der unteren

[1] Eder und Valenta, l. c.

Tabelle 14.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,80	0,057	538	0,6	0,13
663	0,79	0,059	530	0,575	0,14
652	0,784	0,062	525	0,558	0,148
641	0,775	0,065	518	0,535	0,159
627	0,76	0,069	513	0,521	0,166
605	0,733	0,079	502	0,48	0,186
597	0,722	0,083	493	0,428	0,216
584	0,702	0,09	484	0,381	0,245
576	0,688	0,095	475	0,33	0,282
565	0,668	0,103	467	0,293	0,312
553	0,64	0,113			

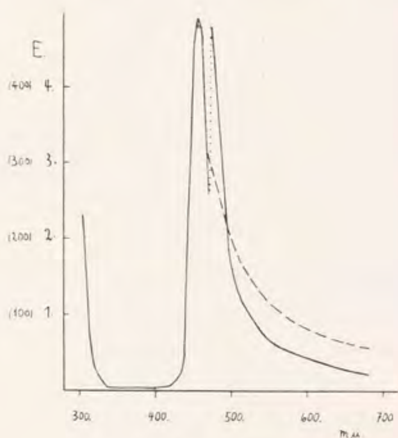


Fig. 7.

Silbergelb ——————
Kohlegelb — — — — —

Spalttrommel gemessen wurde, besaß eine Plattendicke von 1,71 mm. In Fig. 7 sind die mit 5 multiplizierten E-Werte zur Darstellung benutzt worden. Die Absorptionsaufnahme im U.V. ergab keine reproduzierbaren Werte. Nach E d e r und V a l e n t a stellt man ein Kohleglas oder gelbes Holzglas dar durch Eintauchen von Holzstäben in bleifreie Glasflüsse, dabei ergibt sich eine mehr bräunlichgelbe Farbe. Wegen des großen Absorptionsvermögens für Ultraviolett und

Violett wird es gerne in Kombination mit Silberglas zu photographischen Zwecken benutzt. In der Literatur ist die Ansicht häufig vertreten, daß dem Kohlenstoff keine färbende Kraft zuzusprechen sei, sondern daß die Färbung vielmehr darauf beruhe, daß der Kohlenstoff die Sulfate zu Sulfiden reduziere, und diese die farbgebenden Substanzen seien. Fedotieff und Lebedeff[1] arbeiteten jedoch mit schwefelfreien Gläsern und mit Zucker und Holzkohle und erzielten hierbei auch eine Färbung, allerdings langsamer als in Gegenwart von Schwefel. Auch Calciumcarbid vermag nach ihren Angaben zu färben, jedoch Carborundum nicht. Die von Fedotieff und Lebedeff einerseits und Eder und Valenta[2] andererseits angegebenen Absorptionskurven eines Kohleglases stimmen mit den gemessenen genau überein.

Tellurglas Nr. 1 (Tab. 15 und Fig. 8).

Herr Dr. Springer hatte die Liebenswürdigkeit, uns mehrere Tellurgläser zu schmelzen. Das erste stark braun gefärbte, schlierenhafte Präparat enthielt in folgendem Gemengesatz 1 g Tellur als färbende Substanz:

50 g Quarzmehl,
10 g Calciumcarbonat und
30 g calcinierte Soda.

Tabelle 15.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,51	0,173	538	0,316	0,296
652	0,454	0,203	525	0,286	0,322
641	0,43	0,217	513	0,261	0,345
627	0,41	0,229	502	0,236	0,371
618	0,40	0,236	493	0,208	0,404
605	0,391	0,241	484	0,184	0,435
584	0,375	0,252	475	0,163	0,466
569	0,362	0,261	467	0.148	0,491
553	0,343	0,275			

[1] Fedotieff und Lebedeff, Zeitschr. f. anorg. Chem. **134**. (1924.) p. 87.

[2] Eder und Valenta, l. c.

Die Kurve zeigt ein stetes Ansteigen der Absorption ohne irgendwelches Maximum. Die Messung wurde bei unterer Spaltweite von 5 Einheiten vorgenommen. Das mit vielen Schlieren durchsetzte Präparat besaß eine Plattendicke von 1,69 mm.

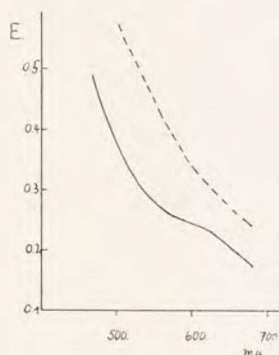


Fig. 8.

Tellurglas Nr. 1 ————

" " 3 — — — —

Tellurglas Nr. 2 (Tab. 16).

Untere Spaltöffnung 5 Einheiten. Plattendicke 1,06 mm.

Eine zweite Schmelze enthielt in demselben Gemengesatz 2 g Tellur und 2 g Arsenik. Die Absorption dieses braunen Präparates zeigte ebenfalls kein Maximum.

Tabelle 16.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,457	0,321	544	0,285	0,514
663	0,435	0,341	535	0,267	0,541
646	0,414	0,361	525	0,252	0,565
627	0,39	0,386	518	0,24	0,585
614	0,375	0,402	510	0,23	0,602
601	0,355	0,424	502	0,218	0,624
584	0,336	0,447	493	0,205	0,649
576	0,325	0,461	484	0,19	0,680
565	0,313	0,476	475	0,178	0,707
553	0,3	0,493			

Tellurglas Nr. 3 (Tab. 17 und Fig. 8).
Plattendicke 0,50 mm.

Dieses Glas hatte die gleiche Zusammensetzung wie Tellurglas Nr. 2, jedoch ohne Arsenik.

Alle drei Absorptionskurven der Tellurgläser stimmen in ihrem Verlauf im wesentlichen überein, zeigen aber keine

Tabelle 17.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,334	0,949	560	0,141	1,695
663	0,309	1,016	553	0,128	1,779
652	0,293	1,062	550	0,123	1,813
641	0,276	1,114	544	0,116	1,864
627	0,256	1,179	538	0,106	1,942
618	0,235	1,253	530	0,096	2,027
605	0,212	1,342	525	0,092	2,069
597	0,201	1,388	513	0,0798	2,187
584	0,182	1,474	502	0,07	2,301
579	0,174	1,513	493	0,063	2,392
569	0,155	1,613			

besonderen charakteristischen Merkmale. Die Einstellung auf gleiche Helligkeit konnte infolge der starken Farbschlieren nur sehr schwer erfolgen. Daher sind die Kurven lediglich qualitativ zu bewerten. Zur Darstellung in Fig. 8 gelangten die durch 4 dividierten E-Werte.

Didymglas Nr. 1 (Tab. 18, Fig. 9).
(Glasfachschule Zwiesel.)

Das zur Absorptionsmessung verwandte Didymglas hatte folgende Zusammensetzung:

50 g Quarzmehl,
10 g Calciumcarbonat,
30 g calcinierte Soda und
10 g Didymnitrat.

Das nur schwach rosa gefärbte Präparat mit 7,14 mm Plattendicke wurde bei 3 Einheiten der unteren Spalttrommel gemessen. Die Kurve zeigt 2 Absorptionsmaxima, das eine bei 584 mμ und das andere bei 527 mμ. Die dazwischen liegen-

Tabelle 18.

λ	D	E	λ	D	E
710	0,515	0,0404	553	0,508	0,0412
695			547	0,49	0,0434
681			541	0,45	0,0486
652			538	0,42	0,0528
627	0,50	0,0422	535	0,379	0,0590
618	0,48	0,0446	532	0,343	0,0651
605	0,4	0,0557	530	0,324	0,0686
601	0,37	0,0605	527	0,312	0,0709
597	0,273	0,079	525	0,318	0,0697
593	0,182	0,104	518	0,346	0,0646
589	0,1	0,140	513	0,37	0,0605
584	0,08	0,154	506	0,40	0,0557
579	0,091	0,146	502	0,412	0,0539
576	0,104	0,138	498	0,423	0,0523
572	0,15	0,115	493	0,436	0,0505
569	0,303	0,0727	490	0,423	0,0523
565	0,423	0,0523	484	0,38	0,0589
563	0,48	0,0446	475	0,34	0,0656
560	0,497	0,0425	467	0,33	0,0674
556	0,515	0,0404			

den Minima befinden sich bei 556 und 493 mμ. Das erste Maximum bei 584 mμ ist bedeutend stärker ausgeprägt als das zweite bei 527 mμ.

Didymglas Nr. 2 (Tab. 19).
Plattendicke 17,82 mm.
Untere Spalttrommel 3 Einheiten.

Ein zweites Präparat von unbekannter Zusammensetzung aus der Sammlung des hiesigen Instituts war bedeutend schwächer gefärbt als das erste, zeigte aber genau dieselbe Absorptionskurve. Die beiden Maxima lagen bei 584 und 530 mμ (584 und 527 mμ beim anderen Präparat) und die Minima bei 553 und 494 mμ (556 und 493 mμ).

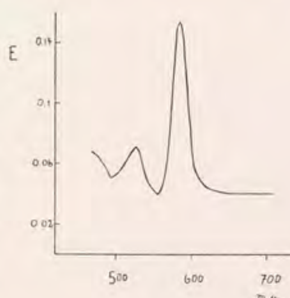


Fig. 9.

Die Absorptionskurven des Didymglases stimmen gut mit den Angaben von Vogel[1] überein. Dieser gibt für

[1] Vogel, Spektralanalyse, l. c.

Didymnitrat und ebenso für verdünnte Didymlösungen ein Maximum bei D und eins bei E an.

Tabelle 19.

λ	D	E	λ	D	E
710	0,685	0,00878	563	0,58	0,0126
695			560	0,61	0,0115
681			553	0,665	0,00946
663			550	0,655	0,00982
652			547	0,645	0,0102
646	0,68	0,00895	544	0,63	0,0107
631	0,655	0,00982	538	0,56	0,0135
627	0,645	0,0102	535	0,515	0,0154
618	0,625	0,0109	530	0,425	0,0199
609	0,59	0,0119	525	0,45	0,0185
605	0,515	0,0154	518	0,49	0,0166
601	0,445	0,0188	513	0,515	0,0154
597	0,357	0,0239	506	0,555	0,0137
593	0,249	0,0323	502	0,572	0,0129
584	0,126	0,0481	498	0,582	0,0125
582	0,134	0,0466	493	0,60	0,0119
579	0,144	0,0449	490	0,57	0,0130
576	0,152	0,0437	484	0,536	0,0145
572	0,194	0,0380	475	0,495	0,0163
569	0,314	0,0269	467	0,48	0,0170
565	0,48	0,0170			

Chromglas (Tab. 20 a und Fig. 10).
(Chem. Werke Schuster & Wilhelmy.)

Die Absorptionskurve im sichtbaren Teil des Spektrums dieses schön grün gefärbten Glases wurde an zwei verschieden dicken Präparaten gemessen und deren Ergebnisse dann kombiniert. Die erste Platte — mit 0,65 mm Dicke — erlaubte die Absorption nur bis Wellenlänge 614 mμ zu messen. Um das Maximum — das zwischen 640 und 660 mμ liegen mußte — einwandfrei zu bestimmen, wurde eine 2,93 mm dicke Platte mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle untersucht. Von 717—614 mμ sind in der Tab. 20 die kombinierten Werte angegeben, die dadurch erhalten wurden, daß bei 614 und 605 mμ die Differenz der E-Werte bestimmt und diese Differenz zu den anderen Werten addiert wurde. Daher ist in der Kurve der Teil von 614—717 mμ gestrichelt gezeichnet. Das

Maximum der Absorption liegt bei 646 mμ und das Minimum bei 569 mμ. Die photographische Aufnahme ergab keine reproduzierbaren Werte.

Eine qualitative Analyse dieses Chromglases ergab: Kieselsäure, Chrom und viel Blei; Calcium, Aluminium und

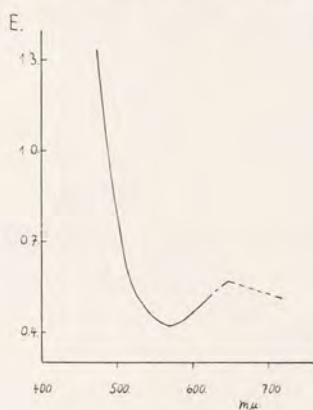


Fig. 10.

Tabelle 20.

λ	D	E	λ	D	E
717	—	0,510	565	0,53	0,427
703	—	0,524	560	0,524	0,434
689	—	0,536	553	0,515	0,446
681	—	0,542	544	0,50	0,467
669	—	0,551	538	0,49	0,479
657	—	0,56	532	0,478	0,496
652	—	0,563	525	0,455	0,529
646	—	0,567	520	0,436	0,558
636	—	0,551	515	0,41	0,599
627	—	0,529	513	0,395	0,624
Von hier ab	Absorpt. d.	dünn. Platte	508	0,366	0,675
614	0,488	0,482	504	0,344	0,717
605	0,496	0,471	502	0,33	0,745
597	0,505	0,459	496	0,29	0,832
593	0,509	0,454	493	0,272	0,875
589	0,514	0,447	490	0,248	0,937
584	0,52	0,439	484	0,205	1,065
579	0,525	0,433	480	0,178	1,16
572	0,531	0,425	475	0,136	1,341
569	0,533	0,423			

Natrium nur in geringen Spuren, sodaß anzunehmen ist, daß hier ein durch Chrom grün gefärbtes Bleisilikat vorliegt.

Die von Zsigmondy gemessenen Absorptionskurven der durch Chromoxyd grün gefärbten Natronsilikat- und Kali-Bleisilikatgläser stimmen annähernd mit dieser Kurve überein. Zsigmondy findet bei beiden ein flaches Minimum zwischen 560 und 570 mμ und beim Natronsilikatglas ein Maximum bei 655 mμ.

II. Absorptionskurven der reinen chemischen Verbindungen.

a) Ohne Maximum der Absorptionskurve.

Die nachfolgenden Präparate, die zur Absorptionsmessung verwandt wurden, sind sämtlich vom hiesigen chemischen Institute in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt worden.

Nitroprussidnatrium (Tab. 21, Fig. 11).

Tabelle 21.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,8	0,969	493	0,456	3,41
627	0,759	1,198	484	0,442	3,546
584	0,705	1,518	475	0,425	3,716
553	0,60	2,219	467	0,415	3,819
538	0,577	2,388	459	0,4	3,979
525	0,542	2,66	452	0,378	4,225
513	0,52	2,84	446	0,35	4,559
502	0,487	3,125	438	0,314	5,031

Von Nitroprussidnatrium $Na_2\,[Fe\,(CN)_5NO]\,.\,2\,H_2O$, welches beim Erwärmen von gelbem Blutlaugensalz $K_4\,[Fe\,(CN)_6]$ mit verdünnter Salpetersäure und schließlichem Neutralisieren mit Soda in granatroten, rhombischen Prismen entsteht, wurde — da wasserlöslich — mit Xylol und Schmirgel ein 0,1 mm dickes Präparat hergestellt und dieses bei einer unteren Spaltweite von 3 Einheiten gemessen. Zur Messung der Absorption bis 430 mμ diente eine Bogenlampe als Beleuchtungsquelle. Die photographische Absorptionsaufnahme zeigte von 480 mμ an vollkommene Absorption. Die Kurve, welche

schwer zu messen war, zeigte keine charakteristischen Merkmale, vielmehr steigt die Absorption beständig an und erreicht im Violett große Werte.

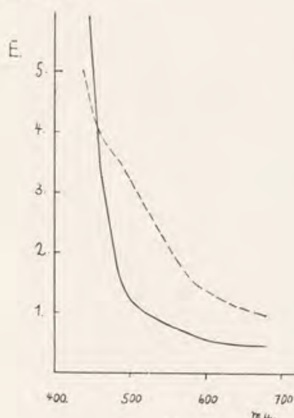


Fig. 11.

Nitroprussidnatrium — — — —

Ferricyankalium ————

Ferricyankalium (Tab. 22 und Fig. 11).

Rotes Blutlaugensalz oder Ferricyankalium $K_3[Fe(CN)_6]$ kristallisiert in monoklinen Prismen von bräunlichroter Farbe. Aus einem solchen Kristall wurde eine 0,1 mm dicke Platte hergestellt und diese bei 2 Einheiten der unteren Spaltöffnung und mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle gemessen. Die Absorption steigt bis grünblau nur langsam an, um dann im Blau und vor allem im Violett große Werte anzunehmen. Zur Darstellung in Fig. 11 wurden die E-Werte durch 2 dividiert.

Tabelle 22.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,813	0,899	513	0,605	2,182
652	0,8	0,969	502	0,583	2,343
627	0,789	1,029	493	0,565	2,479
605	0,771	1,129	484	0,46	3,372
584	0,76	1,191	475	0,33	4,815
569	0,728	1,379	467	0,266	5,751
553	0,685	1,643	459	0,20	6,99
538	0,665	1,771	452	0,11	9,589
525	0,612	2,132	446	0,066	11,80

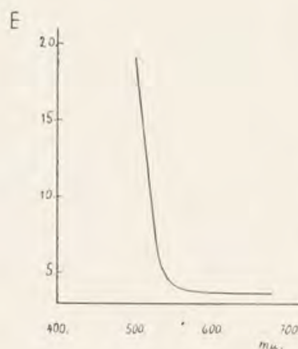
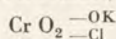


Fig. 12.

Kaliumchlorochromat (Tab. 23 und Fig. 12).


$Cr\,O_2 {-OK \atop -Cl}$

Ein nicht ganz homogen gefärbtes, gelbrotes Präparat von 0,1 mm Dicke wurde mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle und bei 2 Einheiten der unteren Spaltweite gemessen. Im blaugrünen Teil des Spektrums trat eine so starke Absorption ein, daß eine weitere genaue Messung unmöglich wurde. Vielleicht liegt bei 400 mμ ein Maximum, das jedoch nicht erfaßt werden konnte.

Tabelle 23.

λ	D	E	λ	D	E
681			535	0,31	5,086
652	0,428	3,686	530	0,24	6,198
627			525	0,155	8,097
605	0,426	3,706	520	0,092	10,362
584	0,42	3,767	515	0,046	13,372
569	0,413	3,841	510	0,026	15,85
553	0,395	4,034	506	0,016	17,96
544	0,37	4,318	502	0,012	19,21

b) Mit Maximum der Absorptionskurve.

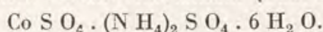
Kaliumlithiumplatincyanür (Tab. 24, Fig. 13).

Das gelborange gefärbte, 0,1 mm dicke Präparat, welches metallische Reflexion an der Oberfläche besaß, wurde mit 2 Einheiten der unteren Spalttrommel und mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle gemessen. Das Maximum der Absorption liegt bei 513 mμ. Die photographische Platte zeigte selbst bei einer Belichtung von 5 Minuten fast vollkommene Absorption. Die durch 5 dividierten E-Werte gelangten in Fig. 13 zur Darstellung.

Tabelle 24.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,435	3,615	525	0,04	13,98
652	0,426	3,709	518	0,033	14,81
627	0,416	3,809	513	0,029	15,38
605	0,408	3,893	506	0,033	14,82
584	0,4	3,979	502	0,036	14,32
569	0,384	4,157	493	0,042	13,77
553	0,32	4,949	484	0,048	13,19
550	0,252	5,986	475	0,056	12,52
547	0,21	6,778	467	0,063	12,01
544	0,15	8,239	459	0,071	11,49
541	0,094	10,27	452	0,08	10,97
538	0,074	11,31	438	0,098	10,09
535	0,06	12,22	424	0,117	9,318
530	0,05	13,01	410	0,137	8,33
			396	0,154	8,125

Schwefelsaures Kobalt-Ammonium (Tab. 25, Fig. 13).



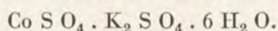
$Co\,SO_4 \cdot (NH_4)_2\,SO_4 \cdot 6\,H_2O$.

Ein 0,1 mm dickes, rot-violettstichiges Präparat wurde bei 3 Einheiten des unteren Spaltes gemessen. Ein Maximum liegt bei 505 mμ. Eine Ammoniakbestimmung nach Kjehldahl ergab 8,9 % NH_3 (theoretisch 8,6 %). Demnach liegt hier die Verbindung $Co\,SO_4 \cdot (NH_4)_2\,SO_4 \cdot 6\,H_2O$ vor. Zur Darstellung in Fig. 13 gelangten die durch 2 dividierten E-Werte.

Tabelle 25.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,639	1,945	527	0,358	4,461
652	0,628	2,02	525	0,35	4,559
627	0,62	2,076	515	0,32	4,949
614	0,612	2,133	513	0,316	5,003
605	0,605	2,182	508	0,306	5,143
593	0,593	2,269	504	0,304	5,171
584	0,58	2,366	502	0,306	5,143
576	0,57	2,441	493	0,322	4,921
569	0,55	2,557	484	0,346	4,609
560	0,53	2,757	475	0,37	4,318
553	0,505	2,967	467	0,4	3,979
544	0,45	3,468	459	0,44	3,566
538	0,42	3,768	452	0,48	3,188
532	0,38	4,202			

Schwefelsaures Kobalt-Kalium (Tab. 26, Fig. 13).


$Co\,S\,O_4 \,.\, K_2\,S\,O_4 \,.\, 6\,H_2\,O.$

Von einem roten, stark rissigen Kristall wurde eine 0,89 mm dicke Platte hergestellt und diese mit Hilfe einer Bogenlampe bei 2 Einheiten der unteren Spalttromml gemessen. Das Absorptionsmaximum liegt bei 484 mμ. Vergleicht man diese Absorptionskurve mit der des schwefelsauren Kobalt-Ammoniums, so findet man, daß mit zunehmendem Atomgewicht des Alkalimetalls eine Verschiebung des Maxi-

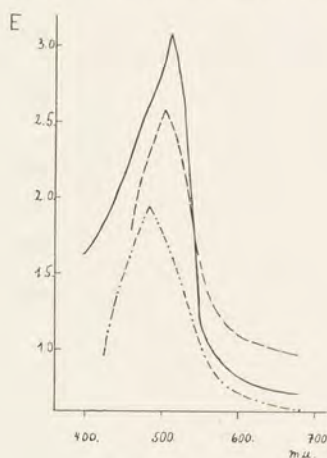


Fig. 13.

Kaliumlithiumplatincyanür ——————

Schwefelsaures Kobalt-Kalium — — .. — — ..

Schwefelsaures Kobalt-Ammonium — — — — —

Tabelle 26.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,282	0,614	488	0,02	1,898
627	0,252	0,667	484	0,0185	1,936
584	0,208	0,762	475	0,021	1,875
553	0,114	1,054	467	0,026	1,771
525	0,048	1,474	459	0,033	1,655
513	0,037	1,599	452	0,041	1,55
502	0,028	1,735	438	0,07	1,29
493	0,023	1,831	424	0,142	0,947

mums zu kürzeren Wellenlängen stattfindet. Hier ist das Maximum um 20 mμ zu kürzeren Wellenlängen hin verschoben.

Schwefelsaures Chromoxyd (Tab. 27 und Fig. 14).

$Cr_2(SO_4)_3$ bildet sehr feine, dünne, dunkelgrün gefärbte Kristallblättchen von ungefähr 0,1 mm Dicke, die ungeändert in dieser Form zur Messung verwandt wurden. Zwischen 630 und 570 mμ war die Absorption so groß, daß sie nicht mehr einwandfrei gemessen werden konnte. Die Präparate dünner zu schleifen, war unmöglich, da sie schon an und für sich so dünn waren, daß sie beim Aufkleben mit Kanadabalsam entzwei gingen. Durch Interpolation wurde das Maximum bei 606 mμ festgelegt. Der gestrichelte Teil der Kurve zeigt den interpolierten Teil derselben an. Die Angabe der

Tabelle 27.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,087	10,60	515	0,145	8,39
675	0,059	12,29	513	0,15	8,24
669	0,0315	15,01	510	0,154	8,12
657	0,0158	18,01	508	0,154	8,12
652	0,012	19,21	506	0,15	8,24
646	0,0093	20,32	504	0,146	8,36
636	0,0065	21,87	502	0,141	8,51
—	—	—	498	0,117	9,32
—	—	—	494	0,096	10,18
565	0,009	20,46	491	0,076	11,19
560	0,011	19,59	488	0,05	13,01
553	0,014	18,54	484	0,032	14,95
547	0,018	17,45	480	0,0236	16,27
541	0,0315	15,02	475	0,016	17,96
535	0,059	12,29	467	0,0096	20,18
530	0,085	10,71	459	0,0073	21,37
525	0,106	9,75	452	0,006	22,22
520	0,126	8,99			

Lage des Maximums ist freilich nicht genau, vielmehr beträgt die Genauigkeit in diesem Falle $\pm$ 15 mμ. Das Absorptionsminimum liegt bei 509 mμ. Gemessen wurde bei einer unteren Spaltöffnung von 2 Einheiten und mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle.

Chromnitrat (Tab. 28 a u. b, Fig. 14).

Das blaugrüne, schätzungsweise 0,1 mm dicke Präparat wurde bei 2 Einheiten der unteren Spalttrommel und mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle gemessen. Die Messung ergab ein Maximum bei 559 mμ und ein Minimum bei 484 mμ. Die photographische Absorptionsaufnahme im langwelligen Ultraviolett zeigte vollkommene Absorption zwischen 440 und 380 mμ. Die gut übereinstimmenden Faktoren ergaben im Mittel 0,0181.

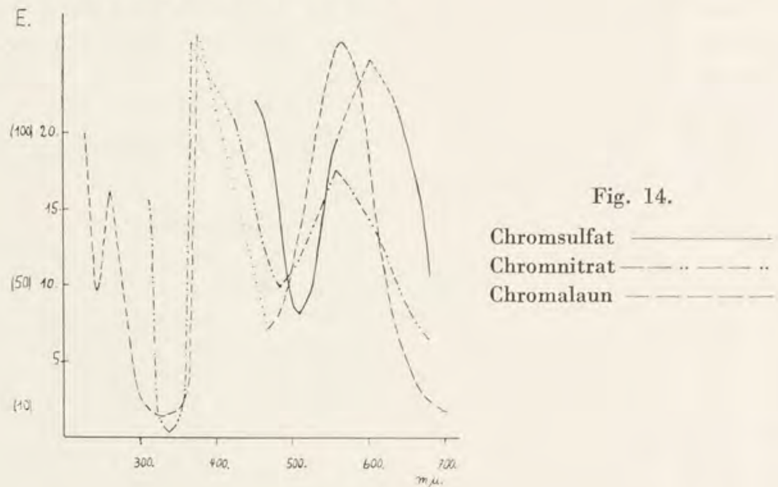


Fig. 14.

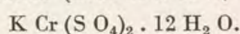
Tabelle 28 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,23	6,383	525	0,0475	13,23
663	0,175	7,57	513	0,063	12,01
652	0,124	8,477	502	0,078	11,08
636	0,094	10,629	493	0,09	10,46
627	0,066	11,80	488	0,095	10,22
614	0,049	13,10	484	0,102	9,914
605	0,041	13,87	480	0,096	10,18
593	0,033	14,81	475	0,086	10,66
584	0,028	15,53	467	0,068	11,71
569	0,021	16,78	459	0,051	12,92
563	0,018	17,45	452	0,036	14,44
556	0,018	17,45	446	0,023	16,38
553	0,0196	17,08	438	0,014	18,54
538	0,031	15,09	424	0,008	20,97

Tabelle 28 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	9,02	370	165,8	334	1,39
472	6,55	365	78,47	330	2,49
464	38,9	360	18,42	326	3,97
453	131	355	8,14	323	9,96
445	165,7	350	5,16	319	48,04
436	278,7	346	3,97	316	68,15
—	—	342	2,95	313	78,47
—	—	337	1,09		

Chromalaun (Tab. 29 a u. b, Fig. 14).


$K\,Cr\,(S\,O_4)_2 \,.\, 12\,H_2\,O$.

Aus einem großen oktaedrischen Kristall von Chromalaun wurde — unter Anwendung von Xylol und Schmirgel beim Schleifen — eine 0,72 mm dicke Platte hergestellt, die bei

Tabelle 29 a.

λ	D	E	λ	D	E
703	0,76	0,167	556	0,0153	2,539
681	0,7	0,217	553	0,0166	2,489
669	0,625	0,286	550	0,018	2,44
657	0,555	0,358	547	0,02	2,376
646	0,435	0,506	544	0,0215	2,332
636	0,33	0,673	541	0,0245	2,253
631	0,266	0,804	538	0,028	2,172
627	0,218	0,925	535	0,032	2,091
622	0,168	1,083	532	0,036	2,019
618	0,133	1,225	530	0,04	1,955
614	0,103	1,381	527	0,048	1,844
609	0,08	1,534	525	0,052	1,796
605	0,061	1,699	520	0,07	1,615
601	0,0453	1,879	515	0,09	1,463
597	0,037	2,003	510	0,107	1,357
593	0,0282	2,168	506	0,129	1,244
589	0,0238	2,271	502	0,148	1,16
584	0,021	2,347	498	0,165	1,094
579	0,0171	2,472	493	0,2	0,978
572	0,015	2,551	484	0,26	0,818
563	0,0146	2,567	475	0,295	0,742
560	0,0145	2,571	467	0,312	0,708

3 Einheiten der unteren Spalttrommel gemessen wurde. Maximum bei 565 mμ. Zur Darstellung in Fig. 14 wurden die E-Werte mit 10 multipliziert.

Die photographische Aufnahme ergab ein scharf ausgeprägtes Maximum zwischen 400 und 420 mμ. Zwischen 435 und 385 mμ konnte nicht ausphotometriert werden, weil an der Stelle eine vollkommene Absorption herrschte. Die Faktoren ergaben im Mittel 0,0499.

Tabelle 29 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	3,61	337	1,65	272	10,58
472	3,61	334	1,65	269	12,23
464	6,99	330	1,44	266	15,14
453	28,47	326	1,25	262	16,25
445	136	323	1,25	258	14,11
436	376	319	1,25	255	13,14
—	—	313	1,65	252	9,83
386	376	310	1,44	248	10,58
380	136	306	1,44	245	11,38
375	51,32	301	1,65	242	12,23
370	20,04	295	2,12	239	11,38
365	14,11	293	3,27	237	11,38
360	3,97	290	3,97	234	15,14
355	3,27	289	5,2	231	17,43
350	3,97	285	4,36	230	20,04
346	3,27	283	4,77		
342	1,44	276	6,16		

Ammoniumbichromat (Tab. 30, Fig. 15).

Ein schätzungsweise 0,1 mm dickes Präparat wurde mit einer Bogenlampe und bei 2 Einheiten der unteren Spalttrommel gemessen. Das Maximum der starken Absorption liegt bei 491 mμ. Da die Kurve äußerst schwer zu messen war, so ist wohl die Genauigkeit in bezug auf Lage des Maximums mit $\pm$ 5 mμ anzugeben. Die photographische Platte zeigte bei 5 Minuten Belichtung fast vollkommene Absorption.

Tabelle 30.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,738	1,319	506	0,019	17,21
652	0,69	1,612	502	0,013	18,86
627	0,651	1,864	498	0,01	20,00
605	0,616	2,104	494	0,008	20,97
584	0,585	2,328	491	0,007	21,55
569	0,56	2,518	488	0,008	20,97
553	0,523	2,815	484	0,009	20,46
541	0,457	3,401	480	0,01	20,00
532	0,32	4,949	475	0,012	19,21
525	0,2	6,99	467	0,014	18,54
520	0,112	9,508	452	0,018	17,45
515	0,07	11,55	438	0,022	16,58
510	0,032	14,95	424	0,025	16,02

Kaliumbichromat (Tab. 31, Fig. 15).

Die Absorptionskurve des Kaliumbichromates ist völlig analog der des Ammoniumbichromats und zeigt ein Maximum bei 485 mμ. Auch bei dieser nur sehr qualitativen

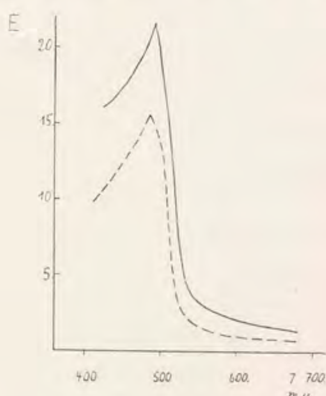


Fig. 15.

Ammoniumbichromat ————

Kaliumbichromat — — — — — —

Kurve ist die Genauigkeit der Lage des Maximums mit $\pm$ 5 mμ anzugeben. Als Untersuchungsobjekt diente eine ungefähr 0,1 mm dicke Platte, die mit einer Bogen-

lampe als Beleuchtungsquelle und bei einer unteren Spaltöffnung von 2 Einheiten gemessen wurde. Auch beim Kaliumbichromat zeigte die photographische Aufnahme selbst bei 5 Minuten langer Belichtung vollkommene Absorption.

Tabelle 31.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,84	0,757	502	0,0515	12,88
652	0,83	0,809	493	0,0341	14,67
627	0,82	0,862	484	0,0295	15,3
605	0,8	0,969	475	0,035	14,56
584	0,77	1,135	467	0,041	13,87
569	0,73	1,36	452	0,054	12,68
553	0,688	1,624	438	0,0685	11,64
538	0,624	2,048	424	0,0875	10,58
525	0,48	3,188	410	0,104	9,83
513	0,178	7,496			

III. Absorptionskurven der Mineralien.

a) Rubine und Spinelle.

Sämtliche durch Chrom rot gefärbten Rubine — die freundlichst von den J. G. Farbwerken Abt. Bitterfeld zur Verfügung gestellt wurden — zeigen gleiche Absorptionskurven. Der ansteigende Ast der Kurve erreicht bei 546 mμ ein Maximum und fällt dann bei den einen mehr, bei den anderen weniger steil ab, um von 480 mμ erneut zu steigen. Zwischen 420—410 mμ befindet sich dann das zweite, deutliche Maximum.

Die Platten wurden alle parallel der Längsachse des Schmelztropfens geschnitten und mit Diamantine auf einer mit Leder bezogenen Scheibe poliert. Die optische Achse verläuft der Längsachse nicht parallel, sondern bildet mit ihr vielmehr durchschnittlich einen Winkel von 60°. Bei einem Präparat steht sie auf der Längsachse sogar senkrecht.

Korund, Rubin Nr. 1 (Tab. 32 a u. b).
(J. G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Von dem schön rot gefärbten Rubin wurde ein 2,36 mm dickes Präparat hergestellt und bei 3 Einheiten der unteren Spaltöffnung gemessen. Das Maximum liegt bei 545 mμ, das Minimum bei 480 mμ.

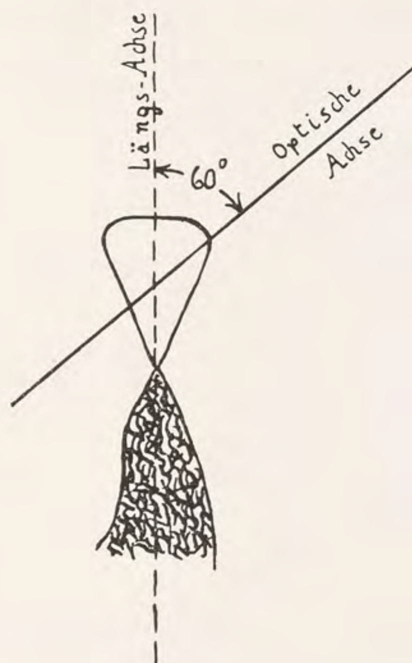


Fig. 16
(nach einer Zeichnung in Michel, „Die künstlichen Edelsteine“).

Tabelle 32 a.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,78	0,0458	530	0,083	0,459
655	0,76	0,0472	525	0,1	0,425
630	0,705	0,0645	518	0,119	0,393
616	0,63	0,0852	513	0,15	0,35
607	0,518	0,121	508	0,184	0,312
599	0,424	0,158	502	0,261	0,248
587	0,266	0,244	498	0,325	0,207
577	0,168	0,329	493	0,4	0,169
570	0,122	0,388	484	0,48	0,135
560	0,086	0,452	475	0,48	0,135
554	0,073	0,483	467	0,438	0,152
548	0,065	0,504	459	0,38	0,179
542	0,0645	0,506	452	0,283	0,233
536	0,0741	0,48			

Bei der photographischen Absorptionsaufnahme ist eine starke Absorption zwischen 428 und 390 mμ vorhanden, doch konnte auch in jenem Gebiet ausphotometriert werden,

Tabelle 32 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	2,64	375	11,24	306	1,70
472	1,82	370	5,32	298	2,13
464	3,26	365	4,62	290	2,46
453	6,14	360	2,13	280	2,83
445	13,25	355	1,46	270	3,49
436	25,42	342	1,06	260	6,14
428	28,27	330	1,35	250	7,64
412	28,27	323	1,25		
391	13,25	313	1,58		

weil dort die Absorption keine vollkommene war, was aus dem Bilde auf Taf. 1 nicht deutlich hervorgeht. So konnte ein scharfes, stark ausgeprägtes Maximum bei 420 mμ festgestellt werden. Das Mittel aus den gut übereinstimmenden Faktoren ergab 0,267. Die optische Achse bildet mit der Längsachse ungefähr einen Winkel von 75^0.

Korund, Rubin Nr. 2 (Tab. 33 a u. b und Fig. 17).
(J. G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Von diesem rosa Rubin, der schwächer gefärbt ist als der vorige und dessen optische Achse gegenüber der Längsachse unter 60^0 geneigt liegt, wurde eine 5,67 mm dicke Platte hergestellt und diese bei 3 Einheiten der unteren Spalttrommel gemessen. In Fig. 17 ist die Absorptionskurve gezeichnet, die insofern charakteristisch ist, als bei ihr nach dem Maximum bei 547 mμ eine sehr starke Abnahme der Absorption bis 480 mμ zu bemerken ist.

Die photographische Absorptionsaufnahme ergab ein ausgeprägtes Maximum bei 405 mμ. Die Faktoren ergaben im Mittel 0,0143.

Tabelle 33 a.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,45	0,0612	536	0,197	0,124
655	0,435	0,0638	530	0,212	0,119
630	0,411	0,0681	525	0,227	0,114
607	0,36	0,0783	520	0,244	0,108
599	0,327	0,0856	513	0,276	0,0986
587	0,276	0,0986	502	0,335	0,084
577	0,24	0,109	493	0,39	0,0721
570	0,218	0,117	484	0,45	0,0612
564	0,206	0,121	475	0,45	0,0612
554	0,186	0,129	467	0,422	0,0661
548	0,176	0,133	459	0,386	0,0729
542	0.184	0,129	452	0,345	0,0815

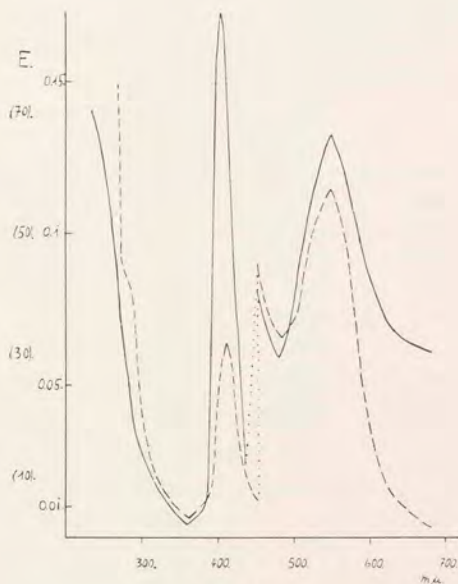


Fig. 17.

Rubin Nr. 2 ————————

Rubin Nr. 5 — — — — — — —

Tabelle 33 b.

λ	E	λ	E	λ	E
472	1,39	370	3,17	290	18,22
464	1,03	365	2,18	283	21,56
453	1,76	360	2,65	272	37,04
436	11,46	350	4,71	266	42,84
428	37,04	334	5,04	262	49,41
420	46,02	323	6,56	253	65,44
412	49,41	316	9,3	250	75,15
405	86,56	313	10,34	247	70,18
398	75,25	304	11,46	242	75,15
391	5,1	298	11,46	239	75,15
380	4,36	293	15,26	235	70,18

Korund, Rubin Nr. 3 (Tab. 34).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Von dem tiefrot gefärbten Rubin wurde ein etwa 0,1 mm dickes Präparat hergestellt und bei einer unteren Spaltweite von 3 Einheiten gemessen. Das Maximum der Absorption liegt bei 545 mμ. Bei diesem Präparat befand sich die optische Achse senkrecht zur Längsachse.

Tabelle 34.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,922	0,353	530	0,114	9.431
655	0,87	0,605	525	0,133	8,762
630	0,8	0,969	520	0,151	8,21
621	0,735	1,337	515	0,19	7,21
607	0,575	2,403	513	0,212	6,74
599	0,48	3,188	508	0,257	5,9
587	0,335	4,75	502	0,32	4.95
580	0,257	5,90	498	0,373	4,28
573	0,18	7,45	493	0,46	3,37
567	0,141	8,51	490	0,515	2,88
560	0,115	9,39	484	0,552	2,58
554	0,1	10,0	475	0,54	2,68
548	0,0922	10,35	467	0,495	3,05
545	0,089	10,51	459	0,436	3,61
539	0,0965	10,15	452	0,343	4,65
533	0,106	9,75			

Korund, Rubin Nr. 4 (Tab. 35).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Aus einer schwach roten synthetischen Rohbirne, in welcher die optische Achse mit der Längsachse der Birne einen Winkel von 60^0 bildet, wurde eine zur Längsachse parallele Platte von 1,76 mm Dicke hergestellt und diese bei 5 Einheiten der unteren Spalttrommel gemessen. Das Maximum der Absorption liegt bei 547 mμ und das Minimum bei 480 mμ.

Ein Präparat senkrecht zur Längsachse ergab eine völlig gleiche Absorptionskurve (548 mμ Maximum und 478 mμ Minimum).

Tabelle 35.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,565	0,141	528	0,159	0,454
655	0,545	0,150	525	0,170	0,437
630	0,52	0,161	520	0,192	0,407
607	0,453	0,195	515	0,22	0,374
599	0,394	0,230	510	0,25	0,342
587	0,285	0,310	506	0,276	0,318
580	0,237	0,355	502	0,3	0,297
577	0,216	0,378	496	0,354	0,256
570	0,182	0,417	493	0,38	0,239
564	0,157	0,457	490	0,407	0,222
560	0,147	0,473	484	0,43	0,208
554	0,135	0,494	475	0,429	0,209
548	0,131	0,502	467	0,408	0,221
542	0,134	0,496	459	0,375	0,242
539	0,139	0,487	452	0,315	0,285
533	0,145	0,477			

Korund, Rubin Nr. 5 (Tab. 36 a u. b, Fig. 17).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Eine 3,35 mm dicke, parallel zur Längsachse geschnittene Platte eines roten, etwas gelbstichigen synthetischen Rubins gelangte bei 3 Einheiten der unteren Spalttrommel zur Messung. Wie bei den vorigen Rubinen liegt im sichtbaren Teil des Spektrums das Maximum bei 548 mμ.

Bei der Ausphotometrierung der photographischen Platte ergab sich in Übereinstimmung mit den vorigen Kurven ein scharfes Maximum bei 410 mμ. Die Minima liegen bei

480 und 365 mμ. Die optische Achse liegt unter einem Winkel von etwa 70° geneigt. Die nur mittelmäßig übereinstimmenden Faktoren ergaben im Mittel 0,00879.

In Fig. 17 geben die beiden gestrichelten Kurven einen Überblick über die Absorption sowohl im sichtbaren als auch im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums.

Tabelle 36 a.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,972	0,00368	525	0,459	0,101
655	0,935	0,00871	520	0,476	0,0962
630	0,9	0,0137	513	0,508	0,0878
607	0,8	0,0289	508	0,534	0,0813
587	0,655	0,0549	502	0,568	0,0733
577	0,555	0,0763	493	0,59	0,0684
570	0,483	0,0944	484	0,6	0,0662
564	0,45	0,104	475	0,596	0,0671
554	0,424	0,111	467	0,57	0,0729
548	0,412	0,115	459	0,54	0,0799
539	0,428	0,11	452	0,497	0,0906
533	0,436	0,108			—

Tabelle 36 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	1,72	370	4,3	290	37,92
472	1,26	365	2,85	285	41,07
464	2,25	355	5,14	276	29,54
453	3,54	342	6,06	274	44,42
436	6,06	337	7,07	270	74,6
428	15,07	326	7,07	266	80,1
420	27,06	323	8,17	262	85,97
412	32,16	313	10,63	258	106,1
405	27,06	304	15,07	253	122,00
398	15,07	298	20,5	250	200,35
391	9,35	295	22,55	—	—
380	5,14	293	34,96	—	—

Korund, Rubin Nr. 6 (Tab. 37).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Von dem sehr stark roten, schlierenhaften, synthetischen Rubin wurde ein schätzungsweise 0,1 mm dicker Dünnschliff hergestellt und dieser bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Das Maximum der Absorption liegt bei 546 mμ und das Minimum bei 476 mμ. Die optische Achse lag im Vergleich zur Längsachse des Schmelztropfens unter 60⁰ geneigt.

Tabelle 37.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,82	0,862	539	0,134	8,729
655	0,8	0,969	533	0,146	8,357
630	0,75	1,249	528	0,160	7,96
621	0,712	1,48	525	0,176	7,56
611	0,63	2,01	520	0,197	7,06
607	0,57	2,44	515	0,227	6,44
603	0,533	2,73	513	0,250	6,02
595	0,43	3,67	510	0,275	5,61
587	0,343	4,65	506	0,307	5,13
580	0,266	5,76	502	0,37	4,32
573	0,21	6,78	496	0,428	3,69
570	0,19	7,21	493	0,47	3,28
564	0,164	7,85	490	0,5	3,01
557	0,138	8,60	484	0,55	2,59
554	0,131	8,83	475	0,6	2,22
548	0,123	9,10	467	0,558	2,53
542	0,126	8,99	452	0,38	4,20

Korund, Rubin Nr. 7 (Tab. 38 a u. b).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Als Untersuchungsobjekt diente eine 3,06 mm dicke, rotviolette Platte, die parallel zur Längsachse der synthetischen Rohbirne geschnitten war und welche bei einer unteren Spaltöffnung von 3 Einheiten gemessen wurde. Die Absorptionsmaxima liegen bei 546 und 400 mμ.

Das Mittel aus den gut übereinstimmenden Faktoren ergab 0,1665.

Tabelle 38 a.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,562	0,0837	533	0,162	0,26
655	0,545	0,0862	525	0,187	0,238
630	0,515	0,0942	520	0,204	0,226
616	0,48	0,1042	515	0,226	0,211
607	0,42	0,1231	510	0,257	0,193
599	0,37	0,1411	506	0,285	0,178
587	0,298	0,1718	502	0,313	0,165
580	0,257	0,193	496	0,342	0,152
573	0,206	0,224	493	0,36	0,145
570	0,186	0,239	490	0,37	0,141
564	0,168	0,253	484	0,386	0,135
560	0,16	0,260	475	0,37	0,141
554	0,151	0,268	467	0,343	0,152
548	0,145	0,274	459	0,31	0,166
542	0,148	0,271	452	0,266	0,188
539	0,153	0,267			

Korund, Rubin Nr. 8 (Tab. 39 a u. b, Fig. 18).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Das zwischen grün und violett stark pleochroitisch schwankende Präparat gelangte in einer 5,95 mm dicken Platte zur Absorptionsmessung, die bei 5 Einheiten der unteren Spaltweite erfolgte. Die etwas andere Färbung macht sich in der Absorptionskurve gleich bemerkbar. So liegt das erste Maximum nach größeren Wellenlängen hin verschoben und im langwelligen Ultraviolett tritt noch ein weiteres Maximum auf, nämlich bei 386 mμ.

Tabelle 38 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	1,56	386	23,13	323	2,73
464	2,95	375	8,53	316	3,17
453	4,23	365	3,17	306	3,67
445	6,91	346	2,95	298	3,41
436	11,38	342	2,53	290	4,23
428	13,92	337	3,17	285	5,22
420	23,13	334	3,41	280	6,44
405	27,62	326	2,73	274	9,84

Tabelle 39 a.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,922	0,006	536	0,42	0,0633
655	0,89	0,0085	530	0,45	0,0583
630	0,75	0,021	525	0,48	0,0536
621	0,665	0,0298	520	0,52	0,0477
611	0,545	0,0443	515	0,55	0,0436
607	0,51	0,0492	510	0,585	0,0391
599	0,44	0,0599	506	0,614	0,0356
587	0,37	0,0726	502	0,65	0,0314
580	0,343	0,0781	496	0,686	0,0275
573	0,328	0,0814	493	0,705	0,0255
567	0,317	0,0839	490	0,716	0,0244
560	0,333	0,0803	484	0,735	0,0225
554	0,348	0,0770	475	0,705	0,0255
548	0,366	0,0734	467	0,65	0,0314
542	0,39	0,0687	459	0,558	0,0426
539	0,406	0,0658	452	0,453	0,0578

Maxima: 567; 420 und 386 mμ.
Minima: 483 und 400 mμ.
Der Faktor ergab im Mittel aus mehreren Messungen 0,509.

Tabelle 39 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	1,71	420	9,04	375	7,57
472	1,83	412	5,89	370	4,03
464	1,59	405	5,44	365	1,71
453	2,6	398	5,44	360	2,99
445	4,01	391	10,9	355	2,11
436	4,66	386	14,83	350	1,97
428	5,89	380	9,04		

Korund, gelb (Tab. 40 und Fig. 19).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Von dem schwach hellgelb gefärbten Korund wurde eine 6,03 mm dicke Platte parallel zur Längsachse des Schmelztropfens geschnitten und diese bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Das Präparat war vor allem im

Rot äußerst schwer zu messen, und daher ist die Absorptionskurve nur als qualitativ zu bewerten. Die Lage des Minimums ist daher am besten mit 655 ± 10 mμ anzugeben. Diese Absorptionskurve ist von denen der Rubine völlig verschieden.

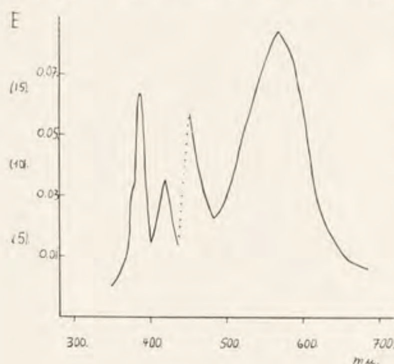


Fig. 18.

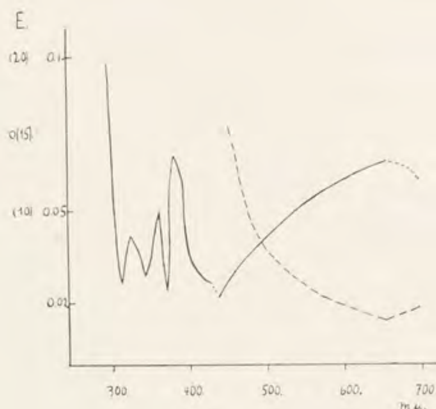


Fig. 19.

Korund, gelb — — — — —
Korund, Sapphir ————

Hier fällt die Absorption zunächst, hat bei 655 mμ ein Minimum und steigt dann beständig bis zum violetten Teil des Spektrums an. Die photographische Absorptionsaufnahme im langwelligen Ultraviolett zeigte wenig reproduzierbare Werte. Es scheint jedoch so, als ob die Absorption im U.V. stetig ansteige, ohne Maximum und Minimum.

Die Bitterfelder Werke konnten leider keine Angaben über den Farbzusatz des gelben Korunds machen. Michel[1] gibt in seinem Buche über die künstlichen Edelsteine als Farbpigmente der gelben Varietät des Korunds an: Eisen, Nickel, Uran, Titan und Thallium. Der Kurve nach zu urteilen, könnte Eisen die Färbung verursacht haben. Es ist aber auch sehr gut möglich, daß noch eine zweite Farbkomponente in Betracht kommt.

Tabelle 40.

λ	D	E	λ	D	E
698	0,77	0,0188	525	0,655	0,0305
684	0,79	0,017	513	0,63	0,0333
655	0,82	0,0143	502	0,6	0,0368
630	0,796	0,0161	493	0,574	0,0399
607	0,78	0,0179	484	0,545	0,0437
587	0,76	0,0198	475	0,5	0,0499
570	0,736	0,0221	467	0,444	0,0585
554	0,708	0,0249	459	0,386	0,0686
539	0,68	0,0278	452	0,338	0,0781

Korund, Sapphir (Tab. 41 a u. b und Fig. 19).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Aus einer Rohbirne eines synthetischen Sapphirs der Bitterfelder Werke wurde eine 2,79 mm dicke Platte parallel zur Längsachse der Birne geschnitten. Das blaue, stark mit Farbschlieren durchsetzte Präparat wurde bei 3 Einheiten der unteren Spalttrommel und mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle gemessen. Die Kurve zeigt zunächst ein schwaches Ansteigen der Absorption bis etwa 660 mμ, fällt dann aber beständig ab, um im Violett geringe Werte zu erreichen. Da von 650—690 mμ sehr schwer zu messen war, konnte das Maximum nicht genau festgelegt werden. Mehrere Messungen ergaben stets nach etwa 655 mμ ein Abnehmen

[1] Michel, Die künstlichen Edelsteine. Verlag Diebener. Leipzig 1926.

der Absorption. Da nun der kleine abfallende Ast der Kurve nicht genau zu messen war, so ist er in der Kurve gestrichelt gezeichnet worden.

Tabelle 41 a.

λ	D	E	λ	D	E
698	0,148	0,0297	513	0,244	0,0219
684	0,131	0,0316	502	0,262	0,0209
655	0,124	0,0325	493	0,276	0,0200
630	0,131	0,0316	484	0,296	0,0189
607	0,141	0,0305	475	0,317	0,0179
587	0,153	0,0292	467	0,34	0,0168
570	0,167	0,0279	459	0,364	0,0157
554	0,184	0,0264	452	0,394	0,0145
539	0,205	0,0247	438	0,48	0,0114
525	0,225	0,0232			

Tabelle 41 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	4,28	370	4,76	319	6,41
472	2,66	365	7,03	316	5,82
453	3,41	360	9,93	313	5,27
436	4,28	355	8,39	310	7,69
428	5,27	346	6,41	306	9,13
412	5,82	342	5,82	301	10,77
398	7,03	337	6,41	295	14,7
391	11,66	334	6,41	293	19,72
380	13,63	326	7,69		
375	7,69	323	8,39		

Die Absorptionsaufnahme ergab im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums drei Maxima, nämlich ein deutliches bei 386—380 mμ und zwei kleinere bei 360 und 323 mμ. Der Faktor beträgt 0,03095.

In Fig. 19 sind die beiden Kurven dargestellt. Übersichtshalber sind im sichtbaren Teil des Spektrums die durch 2 dividierten E-Werte benutzt worden.

A. Spinelle.

Es erschien zweckmäßig, einen durch Chromoxyd rotgefärbten Spinell frei von irgendeiner Beimengung selbst herzustellen. Da der Spinell erst oberhalb 2100⁰ schmilzt, scheiterten die Versuche, ihn in einer Zirkonröhre im Kurzschlußofen zu schmelzen, an dem Umstand, daß die zur Verfügung stehenden Zirkonröhren nicht höher als etwa 1800⁰ erhitzt werden konnten, ohne Gefahr zu laufen, daß eine Zersetzung derselben infolge des in ihnen enthaltenen Bindemittels eintrat[1]. Im Kohlerohr selbst zu schmelzen, war infolge der starken Reduktion nicht möglich. Es wurde daher die Methode angewandt, der sich auch Dyckerhoff[2] bei seinem Schmelzen bediente. Zu einer Mischung von 1 Mol $Al_2 O_3$ und 1 Mol $Mg O$ wurden 2,12 % $Cr_2 O_3$ hinzugegeben und dieses Gemenge sehr sorgfältig im Achatmörser verrieben. Als Ausgangsprodukte wurden die reinsten Präparate verwandt, die durch Kahlbaum zu beziehen waren. Nach guter Durchmischung wurde mit dest. Wasser zu einer dünnen Paste verrieben, wiederholt gut durchgemengt und darauf im Trockenschrank eingedampft. Nach nochmaliger Wiederholung des Anrührens mit Wasser und darauffolgenden Eindampfens wurde das Gemenge mit destilliertem Wasser zu einem dicken Brei angerührt und dann zu Stäbchen von 5 mm Durchmesser und etwa 6—7 cm Länge geformt. Nach zweitägigem Trocknen an der Luft wurden die so hergestellten Präparate noch 1—2 Stunden auf einem Aluminiumblech auf 300⁰ erhitzt. Auf diese Weise waren die Stäbchen derart fest geworden, daß man sie zum Schmelzen gut verwenden konnte. Diese wurden nun in einer Klemme befestigt und in die heißeste Stelle einer wagrecht gerichteten Knallgasflamme gehalten. Die geschmolzenen Tropfen fielen auf ein darunter liegendes Nickelblech. Die oben ausgeführte gute Durchmischung war erforderlich, um nicht bei jedem Schmelztropfen eine andere Zusammensetzung zu haben.

---

[1] Eine reine Zirkonröhre ohne Bindemittel, die eine Temperatur von über 2400⁰ aushält, stand zurzeit nicht zur Verfügung.

[2] Dyckerhoff, Diss. Mineral. Inst. Frankfurt 1924.

Spinell, rot, Nr. 1 (Tab. 42).

Der so erhaltene Spinell war rot, allerdings nicht ganz homogen gefärbt und diente als Dünnschliff von etwa 0,1 mm Dicke zur Absorptionsmessung, welche mit einer Bogenlampe als Beleuchtungsquelle und bei 3 Einheiten der unteren Spaltöffnung vorgenommen wurde. Das Absorptionsmaximum liegt bei 543 mμ, das Minimum bei 493 mμ. Der Bau der Kurve ist annähernd gleich dem der durch Chromoxyd rot gefärbten Rubine.

Tabelle 42.

λ	D	E	λ	D	E
655	0,685	1,643	515	0,184	7,352
630	0,55	2,596	513	0,187	7,282
616	0,45	3,468	506	0,2	6,99
607	0,39	4,089	502	0,21	6,778
595	0,316	5,003	496	0,23	6,383
587	0,265	5,767	493	0,25	6,021
580	0,234	6,308	488	0,23	6,383
570	0,2	6,99	484	0,217	6,635
560	0,166	7,799	477	0,2	6,99
557	0,16	7,96	471	0,185	7,328
554	0,154	8,125	467	0,172	7,645
545	0,143	8,447	459	0,154	8,125
536	0,148	8,297	448	0,13	8,861
530	0,158	8,013	446	0,126	8,996
525	0,166	7,799	441	0,113	9,469
520	0,174	7,595	438	0,108	9,666

Spinell, rot, Nr. 2 (Tab. 43, Fig. 20).

Ein nach der gleichen Methode hergestellter Spinell mit derselben Zusammensetzung, der ebenfalls rot, aber nicht homogen gefärbt war, kam in einem 0,1 mm dicken Dünnschliff zur Absorptionsmessung, die bei zwei Einheiten der unteren Spalttrommel mit einer Bogenlampe ausgeführt wurde. Das Maximum liegt bei 543 mμ, das Minimum bei 492 mμ.

Tabelle 43.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,4	3,979	513	0,155	8,097
655	0,345	4,621	508	0,165	7,825
630	0,282	5,498	502	0,182	7,399
616	0,254	5,95	498	0,19	7,212
607	0,23	6,383	490	0,2	6,99
587	0,182	7,399	484	0,19	7,212
577	0,162	7,905	480	0,18	7,447
570	0,15	8,24	471	0,168	7,747
560	0,134	8,73	467	0,16	7,959
554	0,125	9,031	458	0,144	8,416
545	0,116	9,355	452	0,136	8,665
539	0,117	9,318	449	0,13	8,86
525	0,132	8,794	438	0,12	9,21
520	0,14	8,539			

Spinell, rot, Nr. 3 (Tab. 44 a u. b und Fig. 20).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Tabelle 44 a.

λ	D	E	λ	D	E
684	0,96	0,0057	539	0,52	0,0916
655	0,942	0,0084	525	0,57	0,0788
630	0,9	0,0148	513	0,6	0,0716
607	0,78	0,0349	502	0,625	0,0658
587	0,676	0,0549	493	0,625	0,0658
570	0,6	0,0716	484	0,61	0,0693
554	0,544	0,0853	475	0,59	0,0739
545	0,515	0,0930	467	0,555	0,0825

Ein von den Bitterfelder Werken zur Verfügung gestellter roter Spinell, der stark mit Rissen durchsetzt war, gelangte in einer 3,10 mm dicken Platte zur Absorptionsmessung. Es zeigt sich, daß diese Absorptionskurve völlig übereinstimmt mit denen der selbst hergestellten Spinelle. Maximum bei 543 mμ, Minimum bei 497 mμ.

Die sehr schwer auszuphotometrierende photographische Absorptionsaufnahme ergab ein Maximum bei 428 mμ und ein

Tabelle 44 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	1,68	380	5,3	330	2,45
472	1,81	375	4,39	326	2,45
453	2,45	370	3,68	323	2,27
436	3,68	365	3,38	316	2,1
428	4,39	360	2,65	310	1,95
420	3,11	355	2,10	306	1,81
412	2,65	350	1,81	301	1,68
405	3,11	346	1,68	295	1,57
398	3,68	342	2,10	293	1,36
391	4,39	337	2,65		
386	7,21	334	2,65		

solches bei 386 mμ. Die nur genügende Übereinstimmung der Faktoren ergab im Mittel 1,047.

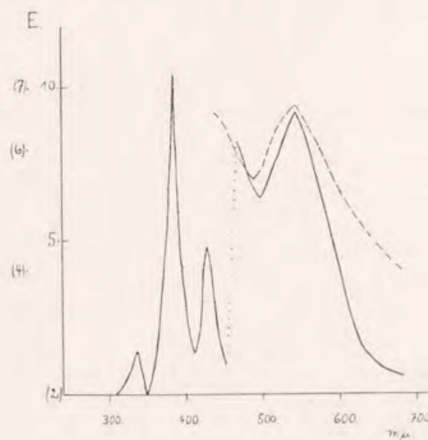


Fig. 20.

Spinell 2 — — — — — — —
Spinell 3 ————————

In Fig. 20 sind die beiden Kurven dargestellt. Die E-Werte im sichtbaren Teil des Spektrums wurden mit 100 multipliziert und diese zur Darstellung benutzt.

Spinell, rot, natürlich (Nr. 4, Tab. 45).
Fundort: Ceylon.

An dieser Stelle möge die Absorption im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums eines natürlichen dunkelroten Spinells von Ceylon angeführt werden. Die Absorption im sichtbaren Teil des Spektrums wurde von O. Weigel gemessen[1]. Die Absorptionskurve im U. V. steht in guter Übereinstimmung mit der eines synthetischen Spinells. Die Maxima liegen bei 428 und 386 mμ. Die Übereinstimmung der Faktoren ließ zu wünschen übrig, jedoch genügte der Faktor 0,093 den Anforderungen.

Spinell, aquamarinblau (Tab. 46 und Fig. 21).
(J.G. Farbenindustrie Bitterfeld.)

Zur Untersuchung kam eine 4,53 mm dicke Platte, die aus einer großen, hellblauen Rohbirne geschnitten war. Die Absorptionsmessung, die bei 5 Einheiten der unteren Spalttrommel ausgeführt wurde, ergab ein Maximum bei 588 mμ und ein Minimum bei 490 mμ. Da nur schwer auf gleiche Helligkeit einzustellen war, so ist die Kurve nur qualitativ, und man hat daher bei der Lage des Maximums eine Fehlergrenze von 10 mμ zu berücksichtigen.

Die photographische Absorptionsaufnahme im U.V. ergab keine reproduzierbaren Werte.

Die Bitterfelder Werke waren leider nicht in der Lage, nähere Mitteilungen über den Farbzusatz dieses blauen Spinells zu geben. Es ist jedoch auffallend, daß diese Absorptions-

Tabelle 45.

λ	E	λ	E	λ	E
485	25,45	420	673,5	375	563,2
472	23,73	412	309,5	370	354,4
464	38,8	405	477,4	365	309,5
453	90,01	398	818,4	355	155,9
445	117,1	391	205,3	346	128,4
436	477,4	386	205,3	337	107,0
428	818,4	380	1288,0	330	98,01

[1] O. Weigel, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLVIII.

Tabelle 46.

λ	D	E	λ	D	E
698	0,89	0,0112	554	0,61	0,0474
684	0,858	0,0147	539	0,665	0,0391
655	0,75	0,0276	525	0,728	0,0304
645	0,685	0,0363	513	0,79	0,0226
630	0,616	0,0465	502	0,814	0,0197
607	0,57	0,0539	493	0,828	0,0181
587	0,545	0,0582	484	0,826	0,0183
577	0,558	0,0559	475	0,81	0,0202
570	0,57	0,0539	467	0,795	0,022
560	0,592	0,0503	452	0,75	0,0276

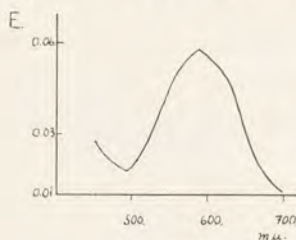


Fig. 21.

kurve eine Analogie zeigt mit der Absorptionskurve eines blauen Spinells von Ratnapura, die nach einer Erhitzung des Präparats auf 1242⁰ bei 108⁰ von O. Weigel[1] gemessen wurde. Nach dem Erhitzen zeigt dieser blaue Spinell ein Maximum der Absorption bei 557 mμ und ein Minimum von 507 mμ.

B. Granate.

1. Pyrope.

Pyrop Nr. 1 (Tabelle 47 und Fig. 22).
(I. Tab. 15. [2])
Fundort: Deutsch-Südwestafrika.
Plattendicke 1,19 mm.

Die photographische Absorptionsaufnahme des roten, etwas violettstichigen Präparates ergab ein Maximum bei

[1] l. c.

[2] Die Bezeichnung (I. Tab. 15 usw.) gibt an, an welcher Stelle der Dissert. Habich Absorptionsmessungen dieser Präparate im sichtbaren Teil des Spektrums angeführt sind.

Tabelle 47.

λ	E	λ	E	λ	E
485	9,09	405	259,3	355	28,07
472	8,17	398	218,2	350	40,46
464	14,68	391	20,56	346	50,02
453	20,56	386	14,68	342	61,69
445	40,46	380	16,02	337	81,64
436	135,6	375	17,44	334	116,9
428	158,0	370	24,09	330	135,6
420	185,1	365	12,23	326	185,1
412	218,2	360	13,41		

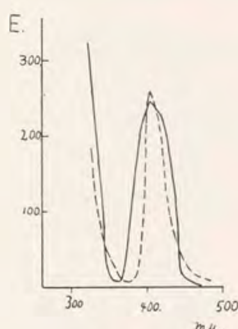


Fig. 22.

Pyrop 1 — — — — — — — —
Pyrop 2 ————————

405 mμ und 2 Minima bei 472 und 365 mμ. Der Faktor betrug 0,01621. Im sichtbaren Teil des Spektrums liegt ein Maximum bei 561 mμ und ein Minimum bei 472 mμ. Eine Teilanalyse ergab nach Habich 7,87 % FeO und 2,83 % Cr_2O_3. Mangan konnte nicht nachgewiesen werden.

Pyrop Nr. 2 (Tab. 48, Fig. 22).
(I. Tab. 16.)
Fundort: Spanien, Plattendicke 1,75 mm.

Der Bau der Absorptionskurve des blaurot gefärbten Pyrops zeigt sowohl im sichtbaren als auch im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums gute Analogie mit dem des Pyrops aus Deutsch-Südwestafrika. Die Maxima liegen bei 561 und 405 mμ und die Minima bei 484 und 355 mμ.

Eine Analyse ergab nach H a b i c h:

SiO_2	35,84 %	Al_2O_3	27,02 %
FeO	14,83 „	CaO	4,9 „
MgO	12,1 „	MnO	0,6 „

Chrom, Fluor und Titan waren nur in Spuren vorhanden. Der Faktor betrug 0,00417. Zur Darstellung in Fig. 22 sind die durch 5 dividierten E-Werte benutzt worden.

Pyrop Nr. 3 (Tab. 49 a u. b, Fig. 23).
Fundort: Meronitz bei Bilin in Böhmen.

Der hyazinthrot gefärbte Pyrop kam mit einer Platte von 0,35 mm Dicke zur Messung, die bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten vorgenommen wurde. Die Kurve

Tabelle 48.

λ	E	λ	E	λ	E
485	10,83	405	1231,0	355	47,54
472	7,46	398	1210,0	350	73,68
464	12,78	391	1008,0	346	157,3
453	43,21	386	194,4	342	239,8
445	67,8	380	73,68	337	257,1
436	780,5	375	93,63	334	317,4
428	923,7	370	101,62	330	568,6
420	1103,0	365	93,63	326	1331,0
412	1210,0	360	57,05	323	1627,0

Tabelle 49 a.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,454	0,977	553	0,214	1,91
669	0,445	1,002	547	0,219	1,88
657	0,435	1,03	541	0,224	1,85
652	0,43	1,044	538	0,227	1,84
641	0,416	1,09	530	0,231	1,81
631	0,391	1,16	525	0,23	1,82
627	0,38	1,19	520	0,226	1,84
614	0,342	1,33	513	0,212	1,92
605	0,314	1,43	508	0,202	1,98
597	0,29	1,53	502	0,19	2,06
584	0,25	1,72	493	0,172	2,18
579	0,234	1,8	484	0,151	2,34
572	0,213	1,91	475	0,132	2,51
569	0,207	1,95	467	0,115	2,68
560	0,208	1,94			

Tabelle 49 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	4,51	412	16,02	365	11,23
472	5,59	405	13,35	360	12,23
464	5,2	398	16,02	355	10,33
453	7,53	391	19,45	350	8,79
445	11,23	386	33,96	346	8,13
436	13,35	380	19,45	342	11,23
428	21,55	375	16,02		
420	17,62	370	12,23		

steigt ziemlich steil an, erreicht bei 566 mμ ein Maximum, fällt dann ein wenig und steigt von 528 mμ wieder an.

Die photographische Aufnahme ergab 2 Maxima, und zwar bei 428 und 386 mμ. Faktor 0,315.

Doelter gibt für einen Pyrop von Meronitz folgende Analyse an:

SiO_2	42,94 %	43,02 %	41,35 %	41,72 %
Al_2O_3	21,43 „	21,24 „	22,35 „	21,63 „
Fe_2O_3	1,00 „	0,90 „	—	1,61 „
Cr_2O_3	1,97 „	2,15 „	4,17 „	1,98 „
FeO	7,80 „	7,80 „	9,94 „	7,53 „
MnO	0,47 „	0,53 „	2,59 „	0,13 „
CaO	4,42 „	4,52 „	5,29 „	4,34 „
MgO	20,52 „	20,82 „	15,00 „	21,42 „
	100,55 %	100,98 %	100,69 %	100,36 %

Heritsch[1] hat die erste Analyse über die Molekularquotienten in die bekannten Granatsilikate umgerechnet und fand folgende Werte:

Spessartin	0,4
Grossular	—
Pyrop	76,6
Almandin	15,1
Andradit	7,9.

[1] Fr. Heritsch, Studien über den Chemismus der Granate. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. A. 1926. p. 60.

Pyrop Nr. 4 (Tab. 50 und Fig. 23).
Fundort: Meronitz bei Bilin in Böhmen.

Ein zweiter hyazinthroter Kristall von demselben Fundort gelangte in einer Plattendicke von 0,32 mm Dicke zur Messung. Die Absorptionskurve stimmt mit der des Pyrops Nr. 3 völlig überein. Das Maximum liegt bei 565 mμ. Untere Spaltöffnung 5 Einheiten.

Tabelle 50.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,630	0,623	560	0,280	1,72
669	0,618	0,649	553	0,286	1,69
657	0,606	0,676	544	0,294	1,65
652	0,60	0,689	538	0,300	1,62
641	0,571	0,756	530	0,307	1,59
631	0,535	0,844	525	0,308	1,588
627	0,518	0,887	520	0,305	1,60
618	0,48	0,99	515	0,299	1,63
614	0,462	1,04	513	0,297	1,64
609	0,438	1,11	506	0,289	1,67
605	0,414	1,19	502	0,285	1,69
593	0,354	1,4	493	0,274	1,75
584	0,318	1,55	484	0,263	1,80
576	0,286	1,69	475	0,253	1,85
569	0,280	1,72	467	0,242	1,91
565	0,279	1,74			

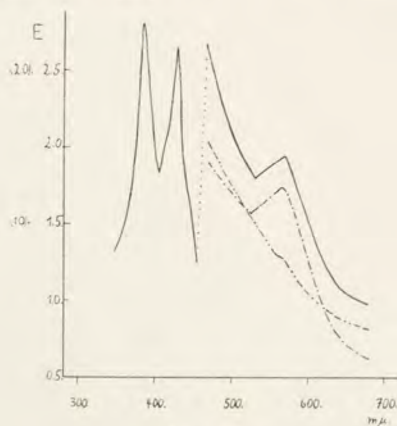


Fig. 23.

Pyrop Nr. 3 ————————
Pyrop Nr. 4 —·—.—.—.—
Pyrop Nr. 5 — —..— —..

Pyrop Nr. 5 (Tab. 51 und Fig. 23).
Fundort: Diamantgruben von Kimberley.

Dieser schön rot gefärbte, sog. Kaprubin zeigte kein Maximum, sondern nur bei etwa 550 mμ eine Einbuchtung. Das Präparat besaß eine Dicke von 0,199 mm Dicke und wurde bei einer unteren Spaltweite von 5 Einheiten gemessen. Zur Darstellung in Fig. 23 wurden die durch 2 dividierten E-Werte benutzt.

Tabelle 51.

λ	D	E	λ	D	E
681	0,48	1,64	560	0,311	2,60
669	0,471	1,68	553	0,30	2,68
657	0,462	1,72	544	0,282	2,76
652	0,458	1,74	538	0,273	2,89
641	0,447	1,79	530	0,257	3,03
631	0,436	1,85	525	0,248	3,11
627	0,43	1,88	520	0,24	3,18
618	0,42	1,93	513	0,227	3,30
609	0,406	2,01	506	0,216	3,41
605	0,40	2,04	502	0,21	3,48
593	0,378	2,17	493	0,196	3,63
584	0,36	2,28	484	0,182	3,79
576	0,342	2,39	475	0,169	3,96
569	0,325	2,50	467	0,159	4,09

2. Almandine.

Almandin Nr. 1 (Tab. 52, Fig. 24).
(I. Tab. 1.)
Fundort: Uratara auf Ceylon; Plattendicke 1,98 mm.

Zur Untersuchung kam ein rosarotes, klares Stück. Im sichtbaren Teil des Spektrums besitzt die Absorptionskurve 2 Maxima und zwar bei 567 und 504 mμ.

Tabelle 52.

λ	E	λ	E	λ	E
485	2,9	420	5,54	370	9,71
472	2,69	412	4,27	365	10,43
464	2,49	405	3,36	360	12,07
453	2,9	398	3,89	355	14,0
445	3,89	386	11,22	350	16,31
436	4,81	380	14,0	346	19,11
428	5,16	375	11,22		

Die Auswertung der photographischen Aufnahme ergab ein kleines Maximum bei 420 mμ und ein stärkeres bei 380 mμ. Die gut übereinstimmenden Faktoren ergaben im Mittel 0,157.

Almandin Nr. 3 (Tab. 53).
(I. Tab. 3.)
Fundort: Lindy, Deutsch-Ostafrika.
(Plattendicke 2,61 mm.)

Zur Untersuchung kam ein schönes, tief rot gefärbtes Präparat. Im sichtbaren Teil des Spektrums ist der charakteristische Verlauf der Absorption derselbe wie bei Almandin Nr. 1. Dieselbe Übereinstimmung findet man auch im U.V., und zwar liegen die beiden Maxima bei 420 und 380 mμ. Die Absorption erreicht also in den beiden gemessenen Gebieten 4 Maxima, nämlich 567, 504, 420 und 380 mμ. Faktor 0,09185.

Almandin Nr. 7 (Tab. 54).
(I. Tab. 7.)
Fundort: Madulke bei Kandy, Ceylon.
Plattendicke 1,36 mm.

Dieser blaßrosa gefärbte Almandin zeigte im langwelligen Ultraviolett wieder die Maxima bei 420 und 380 mμ; jedoch war hier im Gegensatz zu den beiden vorigen Präparaten das Maximum bei 380 mμ nicht besonders ausgeprägt, vielmehr sind die beiden Maxima in ihrer Größe gleich. Im sichtbaren Teil des Spektrums ist wieder gute Übereinstimmung mit Almandin Nr. 1 und 3. Die Maxima liegen bei 571 und 504 mμ. Faktor 0,435. H a b i c h gibt hierzu folgende Analyse an:



Fig. 24.

SiO_2	. . . . .	38,76 %
FeO	. . . . .	21,61 „
MgO	. . . . .	12,36 „
CrO	. . . . .	in Spuren.
Al_2O_3	. . . .	23,76 %
CaO	. . . . .	5,14 „
MnO	. . . .	0,71 „

Almandin Nr. 1 ————
Almandin Nr. 12 — — — —

Tabelle 53.

λ	E	λ	E	λ	E
485	17,84	420	35,43	370	23,93
472	16,6	412	25,82	365	35,43
464	15,46	405	15,46	360	38,51
453	17,84	398	22,21	355	42,32
445	20,63	386	42,32	350	42,32
436	23,93	380	73,88	346	45,77
428	30,16	375	35,43		

Tabelle 54.

λ	E	λ	E	λ	E
485	2,47	412	3,04	360	4,36
472	2,3	405	2,64	355	4,69
464	2,14	398	2,64	350	5,45
453	2,47	386	2,84	346	8,86
445	2,64	380	3,04	342	9,66
436	2,84	375	2,64	337	11,6
428	3,04	370	3,27	334	14,1
420	3,27	365	3,51	330	15,6

Almandin Nr. 8 (Tab. 55).
(I. Tab. 8.)
Fundort: Ceylon; Plattendicke 1,51 mm.

Die Ausphotometrierung der photographischen Platte ergab zwei Maxima, nämlich bei 420 und 380 mμ. Im sichtbaren Gebiet des Spektrums sind zwei Maxima und zwar bei 571 und 504 mμ. Faktor 0,278.

Tabelle 55.

λ	E	λ	E	λ	E
485	9,21	420	15,12	370	11,71
472	8,53	412	12,73	365	11,71
464	7,91	405	10,79	360	12,73
453	8,53	398	12,73	355	13,86
445	9,21	386	13,86	350	15,12
436	11,71	380	15,12	346	19,96
428	13,86	375	12,73	342	30,34

Almandin Nr. 12 (Tab. 56, Fig. 24.)
(I. Tab. 12.)
Fundort: Grönland; Faktor 0,08776.
Plattendicke 0,58 mm.

Von einem tief roten Almandin kam eine dünne Platte, die einen Stich ins Braune zeigt, zur Untersuchung. Die bei der Ausphotometrierung der photographischen Platte erhaltene Absorptionskurve zeigt eine kleine Verschiedenheit von den übrigen Kurven. Die Maxima liegen bei 420 und 360 mμ. Das erste Maximum ist auch bei den vorigen Kurven vorhanden, jedoch ist hier an der Stelle, an der bei den anderen Kurven das Maximum bei 380 mμ liegt, nur ein Knick vorhanden. Auch im sichtbaren Teil des Spektrums ist die Absorption eine andere. Hier befindet sich kein Maximum, sondern die Kurve steigt beständig an, hat aber bei 571 und 502 mμ gewisse Einbuchtungen.

Zur Darstellung in Fig. 24 wurden die durch 5 dividierten E-Werte verwandt.

Tabelle 56.

λ	E	λ	E	λ	E
485	25,05	420	63,24	370	86,01
472	27,02	412	43,89	365	108,0
464	27,02	405	29,18	360	108,0
453	29,18	398	27,02	355	77,33
445	31,56	391	31,56	350	69,8
436	37,09	386	69,8	346	63,24
428	40,3	380	77,33		

Almandin Nr. 13 (Tab. 57, Fig. 25).
(I. Tab. 13.)
Fundort: Paregebirge; Plattendicke 0,54 mm.
Faktor 0,03483.

Während der Verlauf der Kurve im sichtbaren Teil des Spektrums ein ähnlicher ist wie bei Almandin Nr. 12, so zeigt sich doch im langwelligen Ultraviolett eine gewisse Verschiedenheit. Die Maxima liegen bei 472 und 412 mμ.

Zur Darstellung in Fig. 25 kamen die mit 2 multiplizierten E-Werte.

Tabelle 57.

λ	E	λ	E	λ	E
485	28,71	420	33,02	375	120,7
472	30,79	412	38,0	370	132,0
464	20,22	405	35,42	365	132,0
453	15,93	398	26,78	360	151,7
445	18,83	391	35,42	355	151,7
436	21,7	386	58,56	350	159,4
428	24,97	380	93,44	346	175,9

Almandin Nr. 15 (Tab. 58 a u. b und Fig. 26).
Fundort: Madagaskar; Plattendicke 1,18 mm.
Faktor 0,03574.

Das schön rote, etwas violettstichige Präparat, das nur wenige Risse enthielt, diente zur Messung der Absorption sowohl im sichtbaren als auch im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums. In dem Gebiet zwischen Rot und Blau ist die Absorption eine ähnliche wie bei den Almandinen Nr. 1, 3, 7 und 8, d. h. Maxima bei 574 und 504 mμ.

Tabelle 58 a.

λ	D	E	λ	D	E
688	0,461	0,285	538	0,2	0,592
658	0,461	0,285	535	0,189	0,613
642	0,448	0,296	529	0,171	0,650
632	0,414	0,325	522	0,158	0,679
618	0,367	0,369	515	0,15	0,698
609	0,357	0,379	513	0,148	0,703
600	0,34	0,397	511	0,137	0,732
592	0,305	0,437	509	0,13	0,751
589	0,281	0,467	504	0,124	0,768
581	0,228	0,544	502	0,13	0,751
571	0,214	0,567	500	0,14	0,724
568	0,217	0,562	496	0,154	0,689
565	0,228	0,544	495	0,165	0,663
559	0,235	0,533	493	0,177	0,637
556	0,243	0,521	489	0,202	0,589
553	0,246	0,516	486	0,224	0,551
550	0,246	0,516	476	0,231	0,539
543	0,228	0,544	467	0,243	0,521
540	0,217	0,562			

Im U.V. ist insofern eine Übereinstimmung mit jenen Almandinen vorhanden, als das Maximum bei 428 mμ hier auch vorhanden ist.

Das bei den anderen Kurven bei 380 mμ liegende Maximum wird hier durch einen Knick angedeutet.

Spez. Gew. (t = 17°) : 4,158
n_{Na} = 1,8063.

Die Analyse ergab folgende Werte:

SiO_2	37,8 %	Al_2O_3	30,13 %
FeO	21,6 „	MnO	1,96 „
CaO	1,00 „		

Tabelle 58 b.

λ	E	λ	E	λ	E
485	18,35	420	18,35	375	24,33
472	13,72	412	15,89	370	30,0
464	10,93	405	11,8	365	39,74
453	7,26	398	10,1	360	57,07
445	6,08	391	9,33	350	66,35
436	10,93	386	17,08	346	71,66
428	19,7	380	19,7		

Almandin 16 (Tab. 59, Fig. 25).
Fundort: Spanien.

Die Absorption im langwelligen Ultraviolett eines rotvioletten Almandins von Spanien zeigt ähnlichen Verlauf wie

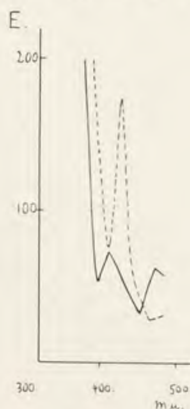


Fig. 25.

Almandin Nr. 13 ————
Almandin Nr. 16 — — — —

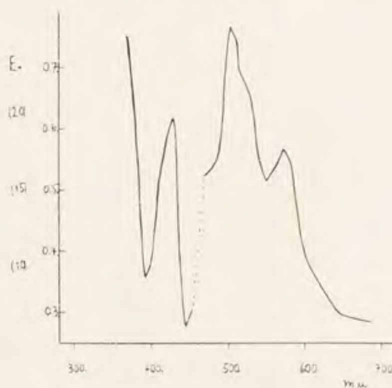


Fig. 26.

beim Almandin Nr. 15. Auch hier ist nur das Maximum bei 420 mμ vorhanden. Das Mittel aus den gut übereinstimmenden Faktoren ergab 0,03884.

Tabelle 59.

λ	E	λ	E	λ	E
485	31,76	436	91,07	398	118,4
472	29,61	428	174,7	391	194,4
464	29,61	420	118,4	386	243,9
453	39,26	412	77,24	380	275,5
445	56,59	405	99,17	375	313,1

3. Grossulare.

Grossular (Hessonit) Nr. 2 (Tab. 60 und Fig. 27).
(I. Tab. 18.)
Fundort: Ceylon; Plattendicke 2,19 mm.
Faktor 0,04026.

Die Absorptionskurve steigt von 670 mμ beständig an bis 428 mμ, nimmt dann bis etwa 400 mμ ab, um weiter wieder erneut zu steigen.

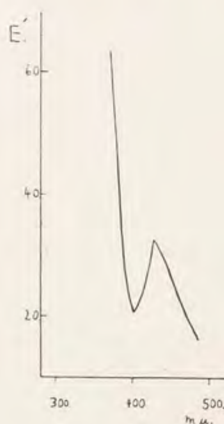


Fig. 27.

Tabelle 60.

λ	E	λ	E	λ	E
485	16,29	420	26,64	375	58,89
472	20,14	412	23,17	370	63,61
464	23,17	405	21,6	365	68,8
453	26,64	398	21,6	355	80,84
445	28,57	391	30,64	350	95,68
436	30,64	386	32,87		
428	32,87	380	47,05		

C. Turmaline.

Turmalin, rot, Nr. 1 (Tab. 61 und Fig. 28).
(I. Tab. 20.)
Fundort: Minas Geraes.

Zur photographischen Absorptionsaufnahme diente eine 3,31 mm dicke, tief rosa gefärbte Platte, die parallel zur C-Achse geschnitten war. Ein Maximum ist nicht vorhanden, jedoch läßt ein starker Knick in der Kurve bei 390 mμ auf ein verdecktes Maximum schließen.

Tabelle 61.

λ	E	λ	E	λ	E
485	5,32	412	13,02	365	85,54
472	4,28	405	16,41	360	117,4
464	4,28	398	25,4	355	117,4
453	5,32	391	47,74	350	127,6
445	5,89	386	55,02	346	138,9
436	6,5	380	59,1	342	151,7
428	7,15	375	63,53	337	165,9
420	11,08	370	68,34		

Im sichtbaren Teil des Spektrums besitzt die Absorption ein scharf ausgeprägtes Maximum bei 518 mμ.

In Fig. 28 sind die durch 3 dividierten E-Werte zur Darstellung gekommen. Faktor 0,02772.

Turmalin, rot, Nr. 5 (Tab. 62, Fig. 28).
(I. Tab. 24.)
Fundort: Brasilien.

Von dem parallel zur C-Achse geschnittenen rotgrün gefärbten Turmalin wurde von beiden Teilen — sowohl vom roten wie auch vom grünen — die Absorption gemessen.

Hintze gibt für einen brasilianischen Turmalin folgende Analysen an:

SiO_2	37,19 %	Be_2O_3	10,06 %
Al_2O_3	42,43 „	FeO	0,52 „
MnO	0,79 „	CaO	0,57 „
Li_2O	1,73 „	Na_2O	2,24 „
K_2O	0,23 „	H_2O	3,9 „



Fig. 28.

Turmalin Nr. 1 — — — — — —
Turmalin, rot, Nr. 5 —·—·—·—
Turmalin, grün, Nr. 5 — — ·· — — ·· —
Turmalin, rot, Nr. 3 ————

Tabelle 62.

λ	E	λ	E	λ	E
485	7,73	398	4,46	346	8,96
472	6,16	391	2,84	342	11,11
464	5,26	386	1,67	337	11,92
453	4,1	380	2,09	334	12,79
445	3,75	375	2,32	326	14,71
436	3,43	370	3,13	323	15,77
428	2,32	365	3,43	319	19,46
420	2,32	360	4,1	313	22,4
412	3,13	355	5,69	306	25,84
405	3,75	350	7,73		

Maxima bei 522 und 398 mμ, Faktor 0,0634.

Die mit 3 multiplizierten E-Werte dienten zur Darstellung in Fig. 28.

Turmalin, grün, Nr. 5 (Tab. 63, Fig. 28).

Die Absorptionsaufnahme des grünen Teiles des Präparates im U.V. ergab stete Zunahme der Absorption von 470 mμ an. Faktor 0,0728.

Zur Darstellung in Fig. 28 wurden die mit 3 multiplizierten E-Werte verwandt.

Tabelle 63.

λ	E	λ	E	λ	E
485	3,27	428	4,58	386	20,95
472	2,85	420	4,96	380	28,02
464	2,85	412	5,79	375	38,05
453	2,99	405	6,74	370	52,91
445	3,57	398	9,67	365	63,17
436	4,22	391	11,95		

Turmalin, rot, Nr. 3 (Tab. 64, Fig. 28).
(I. Tab. 22.)
Fundort: Sibirien.

Als Untersuchungsobjekt diente eine rote, senkrecht zur optischen Achse geschnittene, 4,91 mm dicke Platte. Die Absorption zeigt 2 Maxima, nämlich bei 420 und 390 mμ. Die gut übereinstimmenden Faktoren ergaben im Mittel 0,07174.

Tabelle 64.

λ	E	λ	E	λ	E
485	13,0	405	6,49	355	13,94
472	11,3	398	5,88	350	14,95
464	9,14	391	4,65	346	17,19
453	7,36	386	10,53	342	24,55
445	5,44	380	10,53	337	30,64
436	4,65	375	9,14	334	41,82
428	3,94	370	9,81	330	49,31
420	7,36	365	10,53		
412	6,83	360	11,3		

D. Quarze.

Quarz (Amethyst) Nr. 1 (Tab. 65, Fig. 29).
(I. Tab. 26.)
Fundort: Nord-Karolina.
Plattendicke 9,53 mm.

Der wolkige, zonenweise gefärbte Amethyst, der im sichtbaren Teil des Spektrums ein deutliches Maximum bei 454 mμ besitzt, zeigt im langwelligen Ultraviolett zunächst bis 430 mμ

eine Abnahme der Absorption. Nach einem steilen Anstieg besitzt dieselbe bei 355 mμ ein Maximum, fällt dann etwa bis 330 mμ, um dann wieder erneut zu steigen.

Tabelle 65.

λ	E	λ	E	λ	E
485	2,24	386	2,82	330	10,12
472	1,77	380	3,77	326	10,88
464	1,49	375	5,74	323	11,72
453	1,25	370	10,88	319	11,72
445	1,37	365	12,63	316	12,63
436	1,04	360	17,23	313	12,63
428	0,94	355	18,69	310	13,62
420	1,14	350	17,23	306	14,71
412	1,37	346	15,91	301	14,71
405	1,77	342	14,71	295	15,91
398	1,92	337	12,63	293	17,23
391	2,42	334	10,12		

Quarz (Rosenquarz) Nr. 3 (Tab. 66, Fig. 29).
(I. Tab. 28.)
Fundort: Bayr. Wald; Plattendicke 5,57 mm.

Die Absorptionskurve des Rosenquarzes im sichtbaren Teil des Spektrums ist analog der der violetten Mangangläser, d. h. die Kurve zeigt einen flachen Anstieg bis 502 mμ und ver-

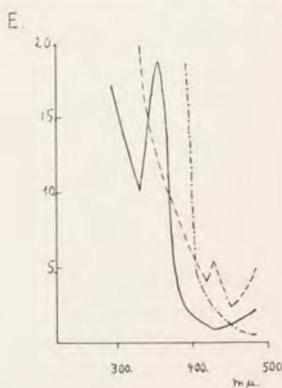


Fig. 29.

Quarz Nr. 1 ————————
Quarz (Rosenquarz) Nr. 3 — — — — — —
Quarz (Amethyst, gebrannt) Nr. 4 — · — · — · —

läuft dann — ohne ein Maximum zu zeigen — horizontal bis zum Violett.

Im langwelligen Ultraviolett liegt nur ein kleines Maximum bei 428 mμ. Faktor 0,144.

Tabelle 66.

λ	E	λ	E	λ	E
485	2,51	420	1,96	370	4,89
472	1,80	412	2,51	365	5,25
453	1,38	398	2,93	355	6,04
436	1,96	391	3,41	342	7,45
428	2,71	380	4,24	330	9,86

Quarz (Amethyst, gebrannt) Nr. 4 (Tab. 67 und Fig. 29).
(I. Tab. 29.)
Fundort unbekannt; Plattendicke 3,73 mm.
Faktor 0,1717.

Wie aus der vorangegangenen ersten Arbeit ersichtlich ist, zeigt die Absorption dieses gebrannten Amethystes kein Maximum, sondern vielmehr eine beständige Zunahme derselben von 670—460 mμ. Dieses stete Wachsen der Absorption ist auch im langwelligen Ultraviolett vorhanden und war bis 380 mμ weiter zu verfolgen.

Tabelle 67.

λ	E	λ	E	λ	E
485	5,43	436	22,43	398	109,3
472	6,7	428	32,33	391	187,3
464	7,71	420	35,68	386	386,3
453	11,04	412	39,53	380	760,9
445	14,92	405	55,17		

Quarz (gebrannt) Nr. 5 (Tab. 68).
(I. Tab. 30.)
Fundort: Spanien.

Die Absorptionskurve ist dieselbe wie beim Amethyst (gebr.) Nr. 4. Kein Maximum, vielmehr beständiges Absteigen der Absorption von Rot bis Violett. Zur Bestimmung des Faktors wurde aus vier nicht gut übereinstimmenden Werten das Mittel genommen. 0,00798.

Tabelle 68.

λ	E	λ	E	λ	E
485	32,89	445	180,0	398	1765,0
472	53,43	428	703,2	391	2804,0
464	66,88	420	639,1		
453	126,7	405	1200,0		

Beim Studium der Absorptionskurven fallen deutlich drei verschiedene Arten auf, die nach typischen Vertretern die Bezeichnungen erhalten mögen:

1. Pyrop-Typus,
2. Almandin-Typus,
3. Grossular-Typus.

I. Pyrop-Typus.

Hierzu gehören die Absorptionskurven von Chromalaun, Chromnitrat, Rubin, Spinell und Pyrop. Der charakteristische Verlauf der Absorption ist folgender:

Ausgehend von langen Wellenlängen nimmt die Absorption nach einem anfänglich schwachen Ansteigen bis etwa 620 mμ rasch zu und erreicht bei ungefähr 550 mμ das erste Maximum. Das erneute Ansteigen beginnt bei etwa 480 mμ und erreicht das zweite Maximum bei etwa 410 mμ. Dieses ist so stark ausgeprägt, daß z. B. bei der photographischen Absorptionsaufnahme von Chromnitrat und Chromalaun zwischen 400—420 mμ vollkommene Absorption herrscht. Es muß erwähnt werden, daß das zweite Maximum nicht immer bei 410 mμ, sondern oft auch bei 420—428 mμ liegt. So z. B. bei Rubin Nr. 1 und Nr. 8, Spinell Nr. 3 und Nr. 4 und Pyrop Nr. 1. Diese Schwankungen bei der photographischen Ermittlung der Absorption liegen innerhalb der Fehlergrenze von ca. ± 10 mμ in diesem Gebiet. Übersichtshalber sind in einer Tabelle die Maxima der einzelnen Kurven vom Pyroptypus zusammengestellt.

Da die synthetischen Rubine und Spinelle, die hier zur Untersuchung kamen, durch Chromoxyd gefärbt sind, so kann man wohl mit Recht annehmen, daß die Maxima bei 547

bzw. 543 mμ und bei 410 bzw. 428 mμ auf eine Anwesenheit von Chrom zurückzuführen sind. Die Pyrope, die ja bekanntlich alle Chrom enthalten — C. F. Rammelsberg bezeichnete nur chromhaltige Magnesiagranate als Pyrope —, zeigen ebenfalls diese beiden Maxima, dabei liegt jedoch das erste bei 560—565 mμ, also gegenüber den Rubinen mehr nach größeren Wellenlängen hin. Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, daß Chromalaun und Chromnitrat einen völlig gleichen Bau der Absorptionskurve zeigen wie die des Pyrops und auch die der Rubine und Spinelle, denn auch hier liegen die beiden Maxima bei 559 bzw. 565 mμ und bei 410 mμ. Es steht daher

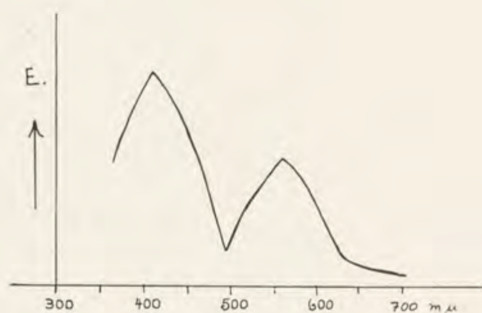


Fig. 30.

wohl ziemlich fest, daß Anwesenheit von Chrom diese Maxima bedingen.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß bei Rubin Nr. 8, Spinell Nr. 3 und 4 und bei Pyrop Nr. 3 außer diesen beiden erwähnten Maxima noch ein weiteres auftritt, nämlich bei 386 mμ. Es läßt sich nicht eindeutig entscheiden, worauf dieses Maximum zurückzuführen ist. Mit größter Wahrscheinlichkeit kommt Eisen in Betracht, denn bei natürlichen Spinellen und auch bei Pyropen ist immer mehr oder weniger Eisen vorhanden. So fanden O. Wild und R. Klemm[1] bei einer spektroskopischen Untersuchung von Spinellen unbekannten Fundorts neben den Linien von Chrom und Vanadium auch die des Eisens. Aus anderen Absorptionskurven, bei denen auch das Maximum bei 386 mμ auftritt, läßt sich

[1] O. Wild und R. Klemm, N. Jahrb. f. Min. etc. 1926. A. p. 29.

ebenso schließen, daß dieses Maximum wohl auf einen Eisengehalt zurückzuführen ist.

Präparat	1. Maximum mμ	2. Maximum mμ	3. Maximum mμ
Chromalaun	565	400—420	—
Chromnitrat	559	380—440	—
Rubin Nr. 1	545	420	—
„ „ 2	547	400	—
„ „ 3	545	—	—[1]
„ „ 4	547	—	—[1]
„ „ 5	548	412	—
„ „ 6	546	—	—[1]
„ „ 7	546	400	—
„ „ 8	567	420	386
Spinell „ 1	543	—	—[1]
„ „ 2	543	—	—[1]
„ „ 3	543	428	386
„ „ 4	—	428	386
Pyrop „ 1	561	405[2]	—[2]
„ „ 2	561	405	—[3]
„ „ 3	566	428	386
„ „ 4	565	—	—[1]

Als Vergleich seien hier auch die von O. Weigel[4] angegebenen Maxima von natürlichem Spinell und synthetischem Rubin angeführt.

Spinell Ceylon	553
„ „	556
Rubin synth.	556 o. und 553 e.

II. Almandin-Typus.

Beim Betrachten der Absorptionskurven der Almandine bemerkt man, daß alle den gleichen Kurvenbau zeigen, der daher im folgenden den Namen Almandin-Typus erhalten möge. Der charakteristische Verlauf ist folgender:

[1] Wurde im U.V. nicht gemessen.

[2] Zeigt bei 386 mμ starke Einbuchtung.

[3] War nur bis 380 mμ zu messen.

[4] O. Weigel, Über die Farbänderung von Korund und Spinell usw. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 1923. p. 274.

Vom langwelligen Teil des Spektrums ausgehend steigt die Absorption anfänglich bis etwa 640 mμ nur langsam, nimmt dann aber rasch zu und erreicht das erste Maximum bei 567—575 mμ. Nach einem kurzen Abfall bis etwa 550 mμ nimmt sie wieder zu und man beobachtet bei manchen Kurven eine deutliche Einbuchtung bei etwa 525 mμ. Das zweite Maximum erreicht die Absorption bei durchschnittlich 504 mμ. Diese beiden Maxima erhält man bei den Messungen mit dem Vierordt'schen Spektralphotometer, und zwar ist das zweite Maximum bei 504 mμ wesentlich schärfer ausgeprägt als jenes bei 567 mμ.

Bei der Ausphotometrierung der photographischen Absorptionsaufnahme erhält man noch zwei weitere Maxima,

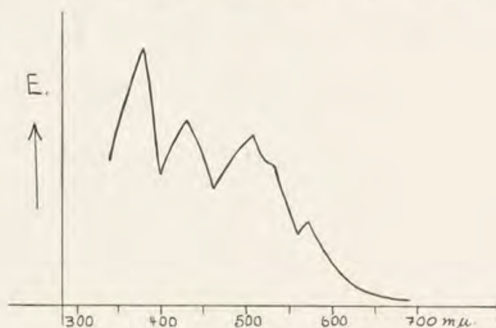


Fig. 31.

nämlich das dritte bei 420 mμ und das vierte bei 380 mμ. Oft hebt sich das vierte Maximum gegenüber dem dritten stark ab, oft jedoch sind auch beide gleich.

Im Almandin-Typus sind also vier Maxima vorhanden und zwar das erste zwischen 567 und 575 mμ, das zweite zwischen 502 und 506 mμ, das dritte bei 420 bzw. 428 und das vierte bei 380 mμ.

Bei genauer Betrachtung fällt auf, daß zwei Maxima hiervon mit denen vom Pyrop-Typus zusammenfallen. Beim Chromalaun und beim Pyrop ist bei 565 mμ ein Maximum, welches, wie schon näher erläutert, auf eine Anwesenheit von Chrom schließen läßt. An gleicher Stelle, also bei 567 mμ und teilweise auch bei 575 mμ, tritt beim Almandin-Typus das erste Maximum auf und man ist daher berechtigt, dieses

Maximum auf einen Chromgehalt zurückzuführen. Ferner bemerkt man, daß das dritte Maximum des Almandin-Typus bei 420—428 mμ genau an derselben Stelle liegt wie beim Pyrop-Typus das ausgeprägte zweite Maximum, das dort bei 410, 420 oder 428 mμ liegt. Da beim Pyroptyp dieses Maximum auf Chrom schließen läßt, so kann man auch die Ursache des Maximums bei 420—428 mμ beim Almandin-Typus auf einen Chromgehalt zurückführen.

Das vierte Maximum bei 380 mμ läßt vermutlich wie beim Pyrop-Typus auf eine Anwesenheit von Eisen schließen. Das zweite Maximum bei 502 bzw. 506 mμ ist mit Sicherheit nicht zu bestimmen. Chrom kann die Ursache nicht sein, denn sonst müßte ein solches Maximum auch beim Pyroptypus auftreten. Mangan ist unwahrscheinlich; denn es ist nicht einzusehen, daß dieses ausgeprägte, scharfe, bei allen Almandinen auftretende Maximum auf einen Mangangehalt zurückzuführen sei, der bei manchen Almandinen weder quantitativ noch qualitativ nachzuweisen ist, und diese trotzdem die schöne rote Färbung zeigen. Die größte Wahrscheinlichkeit spricht für Eisen, sodaß auch dieses Maximum bei 502 mμ auf eine Anwesenheit von Eisen schließen ließe.

Präparat	1. Maximum mμ	2. Maximum mμ	3. Maximum mμ	4. Maximum mμ
Almandin 1 . .	567	504	420	380
„ 3 . .	567	504	420	380
„ 7 . .	571	504	420	380
„ 8 . .	571	504	420	380
„ 12 . .	(571 +)[1]	(502 +)	420	(386 +) 360
„ 13 . .	(571 +)	(506 +)	{472 412}	—
„ 15 . .	574	504	428	(386 +)
„ 16 . .	—[2]	—	428	—

[1] Eine mit einem + eingeklammerte Zahl bedeutet, daß daselbst kein Maximum, sondern eine deutliche Einbuchtung in der Kurve vorhanden ist, die auf ein verdecktes Maximum schließen läßt.

[2] Wurde mit dem Vierordt'schen Spektralphotometer nicht gemessen.

[3] Wurde im U.V. nicht gemessen.

Übersicht über die in der vorangegangenen Arbeit erwähnten Absorptionskurven.

	1. Maximum mμ	2. Maximum mμ
Almandin 2	568	502[3]
„ 4	575	504[3]
„ 5	575	502
„ 6	575	506
„ 9	574	506
„ 10	575	506
„ 11	567	502

Bei einigen Absorptionskurven bemerkt man bei 525 mμ eine mehr oder weniger starke Einbuchtung. Da manche Manganverbindungen in diesem Gebiet ein Maximum aufweisen, so ist es nicht ausgeschlossen, daß diese Einbuchtung ein verdecktes Mangan-Maximum ist.

Es ist daher wahrscheinlich, daß eine isomorphe Beimengung von dreiwertigem Eisen und dreiwertigem Chrom in der Hauptsache die Färbung des Almandins bewirkt.

Eine Tabelle gibt eine Übersicht über die Lage der Maxima bei den einzelnen Kurven (s. S. 481).

III. Grossular-Typus.

Dieser Typus zeigt kein charakteristisches Maximum, weder im sichtbaren noch im langwelligen ultravioletten Teil

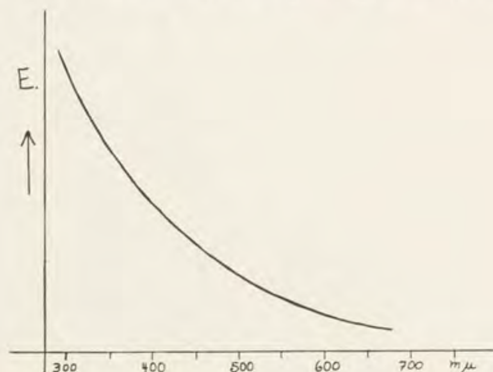


Fig. 32.

des Spektrums. Die Absorption steigt vom Rot bis zum äußersten Violett ohne ein Maximum beständig an. Da die Absorptionskurven des Grossulars diesen Verlauf gut darstellen, so ist dieser Kurvenbau im folgenden als Grossular-Typus bezeichnet worden.

Ähnlichen Verlauf zeigen auch die Absorptionskurven vom gebrannten Amethyst, Nitroprussidnatrium, Ferricyankalium, Kaliumchlorochromat, und aus der vorangegangenen Arbeit Zinkit, Zirkon, Flußspat, Karneol, Brookit und im wesentlichen auch Wulfenit.

Im folgenden sollen zusammenfassend die einzelnen Mineralien besprochen werden.

I. Pyrop-Typus.

a) Rubin.

Beim Vergleich der Absorptionskurven der Rubine untereinander fällt die gute Übereinstimmung derselben sowohl im sichtbaren als auch im langwelligen ultravioletten Teil des Spektrums auf. Sie stimmen auch gut überein mit der in der Literatur angegebenen Absorption. O. Weigel[1] hat bei der Absorptionsmessung eines synthetischen Rubins für den ordentlichen Strahl ein Maximum bei 556 und für den außerordentlichen ein solches bei 553 $m\mu$ gefunden. Diese Angaben weichen etwas von den hier gewonnenen ab, die bei rund 5—10 $m\mu$ kleineren Wellenlängen liegen. Diese Differenz wird dadurch bedingt, daß bei Messungen mit dem Vierordtschen Spektralphotometer die Lagen der Maxima mit einer relativen Genauigkeit von $\pm$ 2—3 $m\mu$ festgelegt werden können, daß aber eine absolute Genauigkeit von nur $\pm$ 5—6 $m\mu$ gewährleistet ist, da infolge der optischen Anordnung der Apparatur ein Bereich von im Mittel 10—12 $m\mu$ des Spektrums jeweils zur Messung kam. Es kam bei diesen Messungen auch weniger auf die Feststellung der absolut genauen Lage des Maximums an, als vielmehr auf den charakteristischen Kurvenbau. Dieses Ziel wurde mit der angewandten Apparatur voll und ganz erreicht.

---

[1] O. Weigel, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 1923. p. 274.

Wie schon bei der Beschreibung des Pyroptypus erwähnt wurde, sind die Absorptionskurven der synthetischen Rubine reine Chromkurven, die mit den Kurven von Chromalaun und Chromnitrat gut übereinstimmen.

O. Wild und R. Klemm[1] haben sowohl den synthetischen Rubin als auch einen Siam-Rubin spektroskopisch untersucht und haben völlige Übereinstimmung aller Linien gefunden. In der Hauptmenge fanden sie Chrom, sehr wenig Eisen und kein Vanadium. Die Vermutung, die Wild und Klemm aussprechen, daß nämlich der Eisengehalt keinen großen Einfluß auf die Farbe des Rubins hat, findet sich durch die Absorptionskurven durchaus bestätigt.

Die Absorption von Rubin Nr. 8 zeigt kleine Abweichungen. Hier liegt das Maximum, welches bei den anderen Rubinen bei 546 mμ liegt, bei 567 mμ und ferner tritt im langwelligen Ultraviolett ein weiteres Maximum bei 386 mμ auf, das — wie oben erwähnt — vermutlich von Eisen herrührt.

b) Spinell.

Die gemessenen Absorptionskurven der Rubine und Spinelle bestätigen aufs neue die bekannte Tatsache, daß beide im wesentlichen gleiche Absorption besitzen. Die selbst hergestellten Spinelle zeigen wie der synthetische Rubin im sichtbaren Teil des Spektrums ein Maximum der Absorption bei 543 mμ. Bei einem synthetischen Spinell der Bitterfelder Werke lag das Maximum gleichfalls bei 543 mμ. O. Weigel[2] gibt ein Absorptionsmaximum eines dunkelroten Spinells von Ceylon bei 553 mμ und eines hellroten Spinells von Ceylon bei 556 mμ an. Auch hier ist — wie bei den Rubinen — eine Differenz von 10 mμ vorhanden, die genau so ihre Erklärung findet wie bei den Rubinen. Beim Spinell Nr. 3 und Nr. 4 tritt im langwelligen Ultraviolett das Maximum bei 386 mμ auf, das wohl auf eine Beimengung von Eisen schließen läßt. Die Übereinstimmung der Absorptionskurven läßt darauf schließen, daß Spinell — ebenso wie der Rubin — seine Färbung in erster Linie einer Beimengung von Chromoxyd verdankt.

[1] Wild und Klemm, N. Jahrb. f. Min. etc. 1926. A. p. 29.

[2] O. Weigel, l. c.

Schmelzversuche.

Um einen Einblick in den Vorgang der Färbung der Rubine und Spinelle durch Chromoxyd zu erhalten, wurden einige Schmelzversuche im Kurzschlußofen ausgeführt. Zu diesem Zweck wurde in den wagrecht gestellten Kurzschlußofen eine Zirkonröhre gelegt und die einzelnen Proben auf einer Zirkonscheibe in dieser Röhre geschmolzen. Zum völligen Schmelzen kam es jedoch nicht, da mit dieser Versuchsanordnung keine höhere Temperatur als 1800 ^{0} zu erreichen war, ohne daß eine völlige Deformation der Zirkonröhre infolge des in ihr enthaltenen Bindemittels eintrat[1]. Immerhin genügte meistens eine Temperatur von 1800 ^{0}, um die charakteristische Färbung schon zu erhalten. Die Versuchspräparate wurden durch sorgfältiges Verreiben der möglichst reinen Oxyde (Kahlbaum) im Achatmörser hergestellt. Der reine und auch der eisenhaltige Spinell wurde in der vorne beschriebenen Weise im Knallgasgebläse geschmolzen.

Eine Zusammenstellung der Versuche ist in den weiter unten folgenden zwei Tabellen gegeben (s. p. 486 u. 487).

Al_2O_3 ergab mit geringen Mengen Chromoxyd versetzt nach 60 Minuten langem Erhitzen auf 1700^0[2] ein rotes Pulver. Interessant war folgende Beobachtung:

Unterbrach man den Versuch bei 1400-1500 ^{0}, so war die anfänglich grüne Farbe verschwunden und es hatte sich ein fast farbloses Pulver gebildet. Wenn man die Schmelzen nicht lange genug erhitzte — etwa nur 2 Minuten auf höhere Temperatur —, so konnten Übergänge zwischen Grün und Rot bemerkt werden, und zwar trat meist dazwischen eine gelbe Zone auf. Diese Erscheinung ist vielleicht dadurch zu erklären, daß Mischfarben zwischen Grün und Rot auftreten, die nach längerem Erhitzen verschwinden, weil alles Chrom dann in die rote Form übergegangen ist.

Ein Gemenge von Spinellzusammensetzung (1 MgO + 1 Al_2O_3) mit wenig Chromoxyd wurde beim Erhitzen rot. Bei einem Zusatz von 2 Molen SiO_2 oder 2 Molen Na_2SiO_3 zu 1 Mol Al_2O_3 und 1 Mol MgO konnte ebenfalls die rote Farbe

[1] Siehe Anm. p. 455.

[2] Die Temperaturen wurden mit e'nem Wanner-Pyrometer gemessen.

Nr.	Schmelze	Mole					Cr_2O_3
		Al_2O_3	MgO	SiO_2	CaO	Na_2SiO_3	
1	Al_2O_3	—	—	—	—	—	+[1]
2	MgO, Al_2O_3	1	1	—	—	—	+
3	,, ...	1	1	—	—	—	2,12 %
4	Al_2O_3, MgO, SiO_2 . .	1	1	2	—	—	+
5	Al_2O_3, MgO, Na_2SiO_3	1	1	—	—	2	+
6	Al_2O_3, CaO	1	—	—	1	—	+
7	,, ...	1	—	—	1	—	2,12 %
8	Al_2O_3, CaO, SiO_2 . .	1	—	1	1	—	+
9	,, . .	1	—	1	3	—	+
10	CaO, SiO_2	—	—	1	1,2	—	+
11	Al_2O_3, MgO, CaO, SiO_2	1	1	1	1	—	+
12	,,	1	3	1	1	—	+
13	,,	1	1	1	0,5	—	+
14	Gepulverter farbloser Spinell mit einer Spur MgO und Cr_2O_3						
15	Gepulverter farbloser Spinell mit Cr_2O_3 und FeO (70,43 % Al_2O_3; 1,12 % Cr_2O_3; 26,75 % MgO + 0,7 % FeO)						

erzielt werden, also unabhängig davon, ob die Schmelze sauer oder basisch war. Morozewicz[2] gelang es, synthetische Rubine und Spinelle aus Silikatschmelzen herzustellen. „Die Kristallisation beider Mineralien erfolgt aus einem Magma, welches beträchtlich mit Tonerde übersättigt resp. magnesiahaltig ist, nach derselben Regel, wie sie ganz allgemein für die Ausscheidung der porphyrischen und sonstigen Gesteinsgemengteile im Magma bereits früher von Professor Lagorio aufgestellt worden ist." Er nimmt an, daß die Übersättigung beginnt, wenn der Tonerdegehalt über 30 % steigt. — Ein Gemenge von Al_2O_3 und CaO im Molverhältnis 1 : 1 mit etwas Cr_2O_3 versetzt, bleibt beim Erhitzen auf 1650° grün. Eine Rotfärbung war nicht zu erwarten, da das sich hierbei bildende Monocalciumaluminat im Gegensatz zu Rubin und

[1] Ein + in der Rubrik Cr_2O_3 bedeutet, daß geringe Mengen des Oxydes der Schmelze zugegeben wurden.

[2] Zeitschr. f. Krist. 24. (1895.) p. 281.

Nr.	Maxim.-Temp.[1]	Röhre	Farbe	Schmelzdauer in Minuten	Bemerkungen
1	1700°	a[2]	rot	60	Zunächst weißes Pulver, welches bei höherer Temp. rot wird.
2	1700°	a	„	20	—
3	—	b	„	—	Schöne Stücke, welche gemessen wurden.
4	1500°	a	„	15	—
5	1650°	a	„	70	—
6	1650°	a	grün	10	Es bildet sich hier Monocalciumaluminat.
7	—	b	„	—	—
8	1525°	a	rot, etwas violett	10	—
9	1500°	a	grün	10	Teilweise rote Partikel, die auf schlechte Durchmischung zurückzuführen sind.
10	1500°	a	„	60	—
11	1525°	a	rot	50	Nicht homogen.
12	1525°	a	„	40	—
13	1500°	a	„	60	—
14	1650°	a	„	30	—
15	—	b	„	—	Die erhaltenen Präparate waren nicht groß genug, um eine Absorptionsmessung ausführen zu können.

Spinell monoklin kristallisiert. Hat man jedoch eine Schmelze von Al_2O_3, CaO und SiO_2 im Molverhältnis 1 : 1 : 1, so wird diese durch Cr_2O_3 beim Erhitzen rot, denn hier bildet sich Calciumsilikat und das Cr_2O_3 kann mit dem Al_2O_3 den Rubin bilden. Ist CaO in großem Überschuß vorhanden, also mehr als zur Bildung von Silikat erforderlich ist, so bleibt die Schmelze grün, da der Rest CaO sich mit dem Al_2O_3 zu Monocalciumaluminat verbindet und dadurch eine Rotfärbung ausschließt (siehe Versuch Nr. 9). CaO und SiO_2 im Molver-

[1] Die Temperaturen wurden mit einem Wanner-Pyrometer gemessen.

[2] a bedeutet, daß die Schmelze in einer Zirkonröhre ausgeführt und b, daß im Knallgasgebläse geschmolzen wurde.

hältnis 1 : 1 mit etwas Cr_2O_3 bleiben beim Erhitzen während einer Stunde auf 1500° grün. Dies war zu erwarten, da sich hier das monokline Monocalciumaluminat bildet.

Interessant waren die Versuche Nr. 11—13. Erhitzt man nämlich ein Gemenge von Al_2O_3, MgO, CaO und SiO_2 im Molverhältnis 1 : 1 : 1 : 1 mit etwas Cr_2O_3 30 Minuten lang auf 1500°, so erhält man ein rotes Pulver. Das CaO bildet mit der Kieselsäure Calciumsilikat und das MgO mit Al_2O_3 Spinell. Es scheint daher die Bildung des Magnesiumaluminats bevorzugt zu sein. So ließe sich vielleicht auch die Erscheinung in der Natur erklären, daß der Spinell häufig in Kalken anzutreffen ist.

Während des Erhitzens wurde durch die Zirkonröhre dauernd trockene Luft durchgeleitet. Jedoch ergaben Versuche, daß oxydierende oder schwach reduzierende Bedingungen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Jedenfalls konnte in beiden Fällen die Rotfärbung erzielt werden.

Aus diesen Versuchen ergab sich nun folgendes:

Mit Cr_2O_3 kann nur dann eine Rotfärbung erzielt werden, wenn in der Schmelze genügend freies Al_2O_3 oder MgO . Al_2O_3 vorhanden ist. Dabei ist es gleichgültig, ob die Schmelze sauer oder basisch ist, und ferner spielen oxydierende oder schwach reduzierende Bedingungen nur eine untergeordnete Rolle.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Ch. W. Stillwell in seiner Arbeit über: „Die Farbe des Rubins“[1]. Er stellte fest, daß die Farbe nicht von einem höheren oder tieferen Chromoxyd herrührt. Sie stammt nach ihm von einer zweiten roten Modifikation des Cr_2O_3 von derselben Kristallstruktur wie die des grünen Cr_2O_3 und α-Al_2O_3. Jedoch soll das Achsenverhältnis der roten Modifikation dem α-Al_2O_3 ähnlicher sein als die grüne Modifikation. Er unterscheidet ferner α- und β-Al_2O_3 und fand, daß α-Al_2O_3 mit 5 % Cr_2O_3 einen roten und β-Al_2O_3 mit derselben Chrommenge einen grünen Kristall ergab. Das Auftreten der roten oder grünen Modifikation soll von dem Achsenverhältnis des Mischkristalls abhängen.

---

[1] Journal of physical Chemistry. 30. 1926. Cornell University p. 1441 bis 1466.

Es ist anzunehmen — eine Annahme, die auch R. Klemm[1] macht —, daß bei der Rotfärbung von Rubin und Spinell das Cr_2O_3 in Form fester Lösung in den Kristall eintritt. Daß die Färbung hier kolloidaler Art ist, erscheint ausgeschlossen, da durch Erhitzen grün gewordener Rubin oder Spinell beim Erkalten ihre frühere Farbe wieder annehmen, und da dieser Vorgang beliebig oft wiederholt werden kann. Man sieht also die Ursache der Rotfärbung in einer Mischkristallbildung, und das Nächstliegende dabei ist, einen Ersatz des Al_2O_3 durch Cr_2O_3 anzunehmen. Vielleicht wird dann die rote Farbe durch eine Deformation der Elektronenhüllen des Chromoxyds bedingt. Das Auftreten der grünen Farbe wäre dann etwa so zu erklären, daß bei höheren Temperaturen die Deformation der Elektronenhüllen zurückgeht.

c) Pyrop.

Wie schon erwähnt, zeigen die Absorptionskurven der reinen Pyrope eine völlige Analogie mit denen der Rubine und Spinelle. Das erste Maximum liegt bei etwa 561—565 mμ, also gegenüber den Rubinen mehr nach größeren Wellenlängen

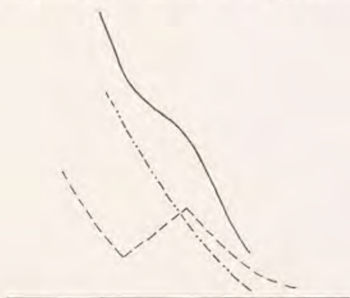


Fig. 33.

hin, und zwar an gleicher Stelle wie Chromnitrat, Chromalaun und Rubin Nr. 8.

Die Ausphotometrierung der photographischen Absorptionsaufnahmen ergab ein Maximum bei 405 bzw. 428 mμ, welches gemäß den Darlegungen auf S. 478 auf eine Anwesen-

[1] Klemm, Über die Färbung einiger Mineralien durch Chrom. Centralbl. f. Min. etc. 1927. A. p. 267—278.

heit von Chrom schließen läßt. Bei Pyrop Nr. 3 tritt noch bei 386 mμ ein weiteres Maximum auf, das vermutlich von Eisen herrührt.

Eine Ausnahme hierbei macht Pyrop Nr. 5, dessen Absorptionskurve kein Maximum besitzt, sondern nur bei 550 mμ eine Einbuchtung. Die Chromkurve ist hier durch eine überlagerte Absorptionskurve einer zweiten Komponente vollständig verdeckt und macht sich nur durch eine Einbuchtung bemerkbar. Fig. 33 soll die Entstehung der eingebuchteten Kurve darstellen. Die Absorptionskurve dieser zweiten Komponente ist eine ausgesprochene Kurve des Grossulartypus (siehe S. 482). In diesem Falle wahrscheinlich eine Eisenoxydkurve. Dieses Präparat gehört demnach nicht mehr zu den echten Pyropen, sondern ist vielmehr ein Zwischenglied zwischen Pyrop und Grossular.

Nach Boeke und auch nach neueren Untersuchungen von Heritsch[1] nimmt der Pyrop den Kalkgranat (Grossular) isomorph auf. Die in der vorangegangenen Arbeit angefügten Absorptionskurven zeigen denselben charakteristischen Verlauf wie die Absorptionskurve der angenommenen zweiten Komponente, welche die Chromkurve überlagert hat. Das vorliegende Präparat ist demnach nicht als reiner Pyrop, sondern schon eher als Grossular anzusprechen.

Aus den Kurven geht nun hervor, daß der Pyrop im wesentlichen durch Chrom (isomorph) rot gefärbt wird.

II. Almandintypus.

Almandin.

Bei der Besprechung des Almandintypus wurde schon erwähnt, daß mit großer Wahrscheinlichkeit der Almandin seine Färbung einer isomorphen Beimengung von Eisen und Chrom verdankt. Die Chrom-Maxima liegen bei 567 und 420 mμ. Die beiden andern Maxima bei 504 und 380 mμ rühren wohl vom dreiwertigen Eisen her, welches dem Almandin isomorph beigemengt ist. Die bei einigen Kurven auftretende Einbuchtung bei 525 mμ ist wahrscheinlich ein verdecktes

[1] Heritsch, N. Jahrb. f. Min. etc. 1926. Beil.-Bd. A. p. 60.

Mangan-Maximum. Das Fehlen dieser Einbuchtung ließe sich durch Abwesenheit oder nur sehr geringe Mengen Mangan als färbende Komponente erklären.

Ein Überblick über die umgerechneten Almandinanalysen ist interessant, denn es ergibt sich daraus die Tatsache, daß im Almandin immer einige Prozente Pyrop anwesend sind. Doelter gibt für einen Almandin von Ceylon — Almandin Nr. 1, 7 und 8 sind solche von Ceylon — folgende Analysen an:

MgO	1,20 %	1,06 %
CaO	2,42 „	2,59 „
MnO	1,29 „	1,18 „
FeO	35,45 „	35,45 „
Al_2O_3	19,39 „	19,47 „
Fe_2O_3	3,37 „	3,21 „
SiO_2	37,34 „	37,16 „
TiO_2	—	—
	100,46 %	100,12 %

Die erste von Heritsch[1] umgerechnete Analyse ergibt:

Spessartin	3,2 %	Pyrop	5,3 %
Grossular	7,4 „	Almandin	84,1 „
Andradit	—		

Andere Analysen ergaben folgende Verhältnisse:

Spessartin	4,4 %	1,4 %	12,4 %
Grossular	—	15,7 „	21,9 „
Pyrop	16,6 „	29,0 „	19,0 „
Almandin	74,1 „	53,9 „	46,7 „
Andradit	4,9 „	—	—

In der Reihe der sonst gut untereinander übereinstimmenden Almandine machen Almandin Nr. 12 und 13 eine Ausnahme. Almandin Nr. 12 zeigt im sichtbaren Teil des Spektrums kein Maximum, doch erkennt man in der Kurve deutlich zwei Einbuchtungen, und zwar bei gleichen Wellenlängen wie das erste (567 mμ) und das zweite (504 mμ) Maximum des Almandintypus. Im langwelligen Ultraviolett tritt das intensive Chrommaximum bei 420 mμ und ein weiteres

[1] Heritsch, l. c.

nicht zu definierendes Maximum bei 360 mμ auf. Das Eisenmaximum bei 386 mμ gibt sich durch einen Knick zu erkennen.

Almandin Nr. 13 zeigt ähnliche Absorption. Auch hier sind die Maxima bei 567 und 504 mμ durch Einbuchtungen in der Kurve angedeutet, doch ist bei der photographischen Absorptionsaufnahme das Chrom-Maximum bei 412 mμ vorhanden. Ein neues Maximum tritt bei 472 mμ auf. Die Ursache dieses Maximums konnte nicht entschieden werden. Da diese beiden Kurven in ihrem charakteristischen Verlauf fast Grossulartypus besitzen, so liegt die Vermutung nahe, daß in Wirklichkeit Grossulare vorliegen, zumal zwischen dem Eisen- und Kalktongranat eine lückenlose Reihe von Mischkristallbildung möglich ist. Dies ist aber aus folgendem Grunde nicht anzunehmen:

Nach Doelter besitzen die Almandine durchschnittlich eine Dichte von 4,1 bis 4,3 und ihre Brechungsquotienten schwanken zwischen 1,7670 (Reusch, Almandin, Zillertal), 1,7716 (des Cloizeaux, Indischer Almandin), 1,8078 (Wülfing, Almandin von Wittichen für Na-Licht) und 1,8109 (Wülfing, Almandin vom Orient für Na-Licht). Für den Kalktongranat findet man in der Literatur eine durchschnittliche Dichte von 3,4 bis 3,6 angegeben, und die Brechungsquotienten für Na-Licht sind folgende:

Grossular von Xalostoc (rosa)	1,7365—1,7363	(Seebach)
„ „ Auerbach (Stich ins Rötliche)	1,7441—1,7482	(Wülfing)
„ „ Cziklova (schwach gelblich) .	1,7569—1,7617	(Wülfing)

Vergleicht man mit obigen Werten die Dichten und Brechungsindizes von Almandin Nr. 12 und Almandin Nr. 13 (Almandin Nr. 12 D. 4,00; n_{Na} = 1,7755 und Almandin Nr. 13 D. 3,91; n_{Na} = 1,7854), so wird verständlich, daß man diese beiden Präparate zu den Almandinen rechnen muß, da ihre Dichten und Brechungsquotienten mit einem Grossular nicht in Einklang zu bringen sind.

Die Absorptionskurven der beiden Almandine Nr. 12 und 13 zeigen den typischen Bau der Absorptionskurven von Kolloiden. Es kann nun möglich sein, daß aus irgendwelchem Grunde nicht alles dreiwertige Eisen sich isomorph im Almandin löste, sondern auch ein Teil kolloidal gelöst blieb. Daher kommt es, daß die Almandinkurve durch die steil

ansteigende Kurve überdeckt wird und sich nur durch die Einbuchtungen zu erkennen gibt, während das intensive Chrom-Maximum bei 420 mμ nicht zum Verschwinden gebracht wurde.

III. Grossulartypus.

Grossular.

Eine in der vorangegangenen Arbeit näher beschriebene Absorptionskurve eines Rosa-Grossulars von Xalostoc ergab kein Maximum, sondern nur zwei Einbuchtungen bei etwa 550 und 510 mμ.

Es seien hier drei von Heritsch umgerechnete Analysen eines Grossulars von Xalostoc angeführt:

Spessartin . . .	—	2,8 %	1,9 %
Grossular	94,4 %	94,4 „	95,7 „
Pyrop	2,8 „	1,4 „	1,9 „
Almandin	—	0,9 „	0,5 „
Andradit	2,8 „	0,5 „	—

Grossular bildet mit Pyrop bei Anwesenheit von Spessartin eine lückenlose Reihe von Mischkristallen[1]. Die Anwesenheit von Pyrop und Almandin ist in der Kurve zu erkennen. Die erste Einbuchtung bei 550 mμ liegt an derselben Stelle wie das erste Maximum beim Pyroptypus und ist sicherlich auf Chrom zurückzuführen. Die zweite kleinere Einbuchtung bei etwa 510 mμ entspricht dem zweiten Maximum des Almandintypus bei 505 mμ. Betrachtet man die Kurve genauer, so findet man auch einen kleinen Knick bei 570 mμ, also an der Stelle, an welcher das erste Maximum des Almandintypus liegt. Die Kurve zeigt hier also zwei Einbuchtungen, welche vom Chrom herrühren, die jedoch beide einem verschiedenen Typus angehören. In welcher Weise sich der Spessartin zu erkennen gibt, ist nicht zu ersehen.

W. Hermann[2] nimmt auf Grund seiner Versuche Eisenoxyd als Ursache einer diluten Färbung des Grossulars an. Die stetige Zunahme der Absorption bei der Grossulartyp-Kurve läßt es möglich erscheinen, daß der Grossular im wesentlichen durch eine dilute Beimengung von $Fe_2 O_3$ gefärbt ist.

[1] Heritsch, l. c.

[2] W. Hermann, Zeitschr. f. anorgan. Chem. **60**. 1908. p. 369.

Interessant ist die Absorptionskurve eines Grossulars von Ceylon. Dieselbe zeigt im sichtbaren Teil des Spektrums keine charakteristischen Einbuchtungen, sondern nur ein gradliniges Ansteigen der Absorption. Im langwelligen Ultraviolett ist bei 428 mμ ein Maximum vorhanden, also bei gleicher Wellenlänge wie das zweite Maximum beim Pyroptypus. Der hohe Fe_2O_3-Gehalt bewirkt eine so starke Überlagerung, daß weder bei 550 mμ (erstes Maximum des Pyroptypus) noch bei 510 mμ (zweites Maximum des Almandintypus) ein Knick vorhanden ist. Daß trotzdem das Pyropmaximum bei 428 mμ auftritt, beruht darauf, daß dieses gegenüber dem bei 550 mμ wesentlich kräftiger ist und daher nicht so leicht zum Verschwinden gebracht wird.

Bei einem Grossular geben sich also größere Mengen Almandin und Pyrop in der Absorptionskurve durch Einbuchtungen zu erkennen, die gerade bei den Wellenlängen liegen, bei welchen sich im Pyrop- und Almandintypus die Maxima befinden. Es ist jedoch nicht möglich, daraus quantitative Angaben zu machen, denn erstens beeinflußt der wechselnde Fe_2O_3-Gehalt des Grossulars die Kurve sehr stark und zweitens muß berücksichtigt werden, daß der Cr_2O_3-Gehalt im Pyrop und Almandin und somit auch die Intensität der Färbung stark schwanken und so eine quantitative Auswertung unmöglich machen.

IV. Quarze.

a) Amethyst.

Präparat	1. Maximum mμ	2. Maximum mμ
Quarz 1 (Amethyst)	554	355
„ 3 (Rosenquarz) . . .	480—500[1]	428
„ 2 (Amethyst)	551	—[2]
„ 4 (Amethyst, gebr.). .	stetige Zunahme der Absorption	
„ 5 (gebr.)	„ „	„ „

[1] Die genaue Lage des Maximums konnte nicht ermittelt werden, da mit dem Vierordt'schen Spektralphotometer eine konstante Absorption von 500—460 mμ festzustellen war.

[2] Wurde im U.V. nicht gemessen.

Die Absorptionskurve des Amethysts verläuft nach keinem der beschriebenen Typen. Sie besitzt zwei Maxima und zwar bei 554 und 355 mμ. In der Literatur findet man häufig die Annahme, daß die Färbung des Amethysts auf einen Gehalt an Mangan zurückzuführen sei. Neuerdings jedoch lehnen Klemm, Wild[1] und Liesegang[2] diese Anschauung ab und führen die Färbung auf einen Eisengehalt zurück. Für sie war die Beobachtung grundlegend, daß sie bei ihren spektroskopischen Untersuchungen niemals die Linien von Mangan fanden. Sie weisen ferner auf das Zusammenvorkommen von Amethyst mit Limonit und Siderit hin und nehmen daher an, daß Eisen in molekularer Lösung dem Kristall seine Färbung erteilt. Holden[3] hat auch die Färbung des Amethystes untersucht und kam zu demselben Resultat. Das von ihm gemessene Absorptionsspektrum besitzt zwischen 530 und 540 mμ ein starkes Absorptionsgebiet. Dieses würde dem Maximum bei 554 bzw. 551 mμ entsprechen. Er nimmt daher Eisenverbindungen als Färbemittel an.

Die hier angegebene Absorptionskurve des Amethysts gibt keine restlose Klärung der noch immer strittigen Frage[4]. Sie stimmt zwar mit der von Holden angegebenen überein und ließe auch auf Eisen schließen, wenn man sie mit den Absorptionskurven von Eisenverbindungen vergleicht.

Im langwelligen Ultraviolett tritt bei 355 mμ ein deutliches Maximum auf. Da die violetten Mangangläser in diesem Gebiet kein Maximum zeigen, so besteht die Möglichkeit, daß das beim Pyrop- und Almandin-Typus bei 380-386 mμ liegende Eisenmaximum hier bei kürzeren Wellenlängen liegt. Dieses würde die Annahme stützen, daß Eisenverbindungen beim Amethyst die Färbung verursachen. Es läßt sich aber aus den Kurven nicht ersehen, ob nicht auch Mangan bei der Färbung mitwirkt.

Ob nach Holden allein Eisen die Farbe bewirkt, ob geringe Mengen Mangan einen Einfluß ausüben, oder ob sogar Kolloide in Betracht zu ziehen sind, diese Fragen sind noch offen und nicht restlos geklärt.

---

[1] Centralbl. f. Min. etc. 1925. p. 270.
[2] Centralbl. f. Min. etc. 1923. p. 738.
[3] The Amer. Mineralog. 1925. 10. Nr. 9. p. 203.
[4] Klemm, Zeitschr. f. angew. Chem. 1927. p. 223.

b) Rosenquarz.

Mit dem Vierordt'schen Spektralphotometer gemessen zeigt der Rosenquarz eine beständige Zunahme der Absorption bis etwa 500 mμ, die dann bis 460 mμ konstant ist. Dabei fällt die gute Übereinstimmung mit den Absorptionskurven der Mangangläser auf. Bei der Ausphotometrierung der photographischen Absorptionsaufnahmen ergab sich ein Maximum bei 428 mμ.

Holden[1] hat den Rosenquarz genauestens untersucht und gibt dreiwertiges Mangan als färbendes Agens an. Er findet bei der Absorptionsaufnahme ein Absorptionsgebiet zwischen 570—510 mμ. Diese Angabe stimmt mit den hier gemessenen Kurven überein, denn aus ihnen geht hervor, daß zwischen 480 und 500 mμ sich ein Maximum befinden muß.

Welche Bedeutung dem Maximum bei 428 mμ zuzusprechen ist, ist nicht zu ersehen. Jedenfalls scheint es, da es nur sehr klein ist, von ganz untergeordneter Bedeutung zu sein.

c) Gebrannter Amethyst.

Die Absorptionskurven der gebrannten Amethyste zeigen den charakteristischen Grossulartypus, d. h. ein beständiges Ansteigen der Absorption ohne Maximum vom Rot bis zum äußersten Violett. Vermutlich ist diese stetige Zunahme der Absorption durch eine Beimengung von Fe_2O_3 bedingt.

V. Turmalin.

	Max.	
Turmalin (rot) Nr. 1 . . .	518 mμ	zwischen 390—370 mμ Einbuchtung
,, ,, ,, 5 . . .	532 mμ	Maximum bei 398 mμ
,, ,, ,, 3 . . .	518 mμ	,, ,, 420 und 386 mμ

Bei der Betrachtung der in der vorangegangenen Arbeit näher beschriebenen Absorptionskurven einiger Turmaline fällt die gute Übereinstimmung der einzelnen Kurven auf.

[1] Holden, The Amer. Mineral. 9. April Mai 1924.

In der oberen Zusammenstellung sind in der ersten Rubrik die Absorptionsmaxima einiger Turmaline im sichtbaren Teil des Spektrums angegeben. Die Absorption steigt vom Rot ab steil an, erreicht bei 520 mμ ein Maximum und fällt zum Violett wieder ab.

Im langwelligen Ultraviolett zeigen die Absorptionskurven der untersuchten Turmaline eine gewisse Verschiedenheit. Turmalin 1 zeigt außer dem Maximum bei 518 mμ kein weiteres, doch fällt bei 390 mμ ein starker Knick auf, der sich bis etwa 370 mμ hin erstreckt. Die Absorptionskurve von Turmalin (rot) Nr. 5 besitzt zwei Maxima, nämlich bei 532 und 398 mμ. Das letzte liegt ungefähr an der gleichen Stelle wie die Einbuchtung beim Turmalin Nr. 1. Turmalin (rot) Nr. 3 zeigt ähnliche Absorption wie Turmalin Nr. 5. Jedoch befinden sich hier an Stelle des einen Maximums bei 398 mμ zwei kleinere, die bei 420 und 386 mμ liegen.

Das grüne Ende des Turmalin Nr. 5 ergibt bei der Ausphotometrierung der photographischen Aufnahme kein Maximum, sondern nur bei etwa 473 mμ ein Minimum.

Worauf die einzelnen Maxima zurückzuführen sind, läßt sich mit Sicherheit nicht sagen. Bei den Maxima bei 386 mμ (Turmalin Nr. 3) und 398 mμ (Turmalin Nr. 5), ferner bei der Einbuchtung bei 390 mμ (Turmalin Nr. 1) könnte man Eisen annehmen in Übereinstimmung mit dem bei 386 mμ auftretenden Maximum des Pyroptypus, das vermutlich ein Eisenmaximum ist.

Die Maxima bei 518, bzw. 532 mμ lassen sich nicht einwandfrei bestimmen, denn sie können sowohl auf Eisen wie auch auf Mangan zurückgeführt werden; wahrscheinlich rühren sie vom Mangan her.

Die Vermutung[1], daß Chromoxyd das Färbemittel eines roten Turmalins sei, erscheint unwahrscheinlich, denn es müßte doch dann irgendeine Andeutung des Pyroptypus vorhanden sein, aber davon ist nichts festzustellen, sodaß Chromoxyd als Färbemittel wohl nicht in Betracht kommt.

[1] Doelter, Handbuch. II. 2. p. 780.

Aus den wenigen bisher gemessenen Absorptionskurven lassen sich keine eindeutigen Schlüsse ziehen, jedoch erscheint wahrscheinlich, daß eine isomorphe Beimengung von Eisen und Mangan die Färbung verursacht.

Zusammenfassung.

Die vorliegende Arbeit zeigt, daß die Kenntnis der Absorption ein wichtiges Hilfsmittel ist, um einen Einblick in die Färbung allochromatischer Mineralien zu erhalten. Bei den Untersuchungen traten deutlich drei verschiedene Kurventypen auf, die durch den Verlauf der Absorptionskurven der reinen Pyrope, Almandine und Grossulare charakterisiert sind. Sie wurden daher Pyrop-, Almandin- und Grossulartypus genannt. Damit sind die Absorptionskurven der wichtigsten Granate bekannt, und man kann durch Überlagerung der Typen die Absorption der Zwischenglieder ableiten. Es ist zu bemerken, daß die Absorptionskurven der natürlichen und synthetischen Rubine und Spinelle und auch des Chromnitrats, Chromsulfats und Chromalauns Pyroptypus besitzen, also gleichen Bau zeigen wie die Absorptionskurven des Kalktongranats.

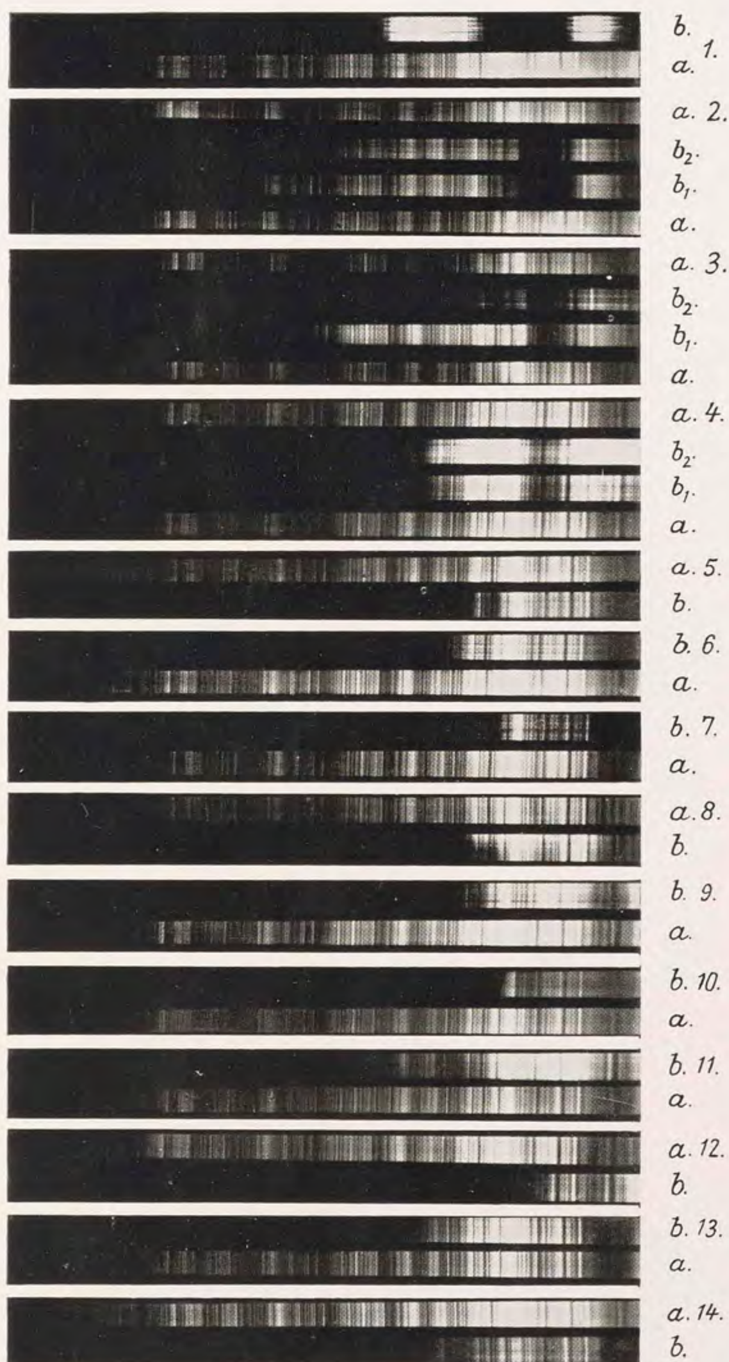
Es wurden ferner eine größere Anzahl Gläser und reiner chemischer Verbindungen in den Untersuchungskreis gezogen, um den Einfluß der verschiedenen Färbemittel auf die Absorption kennen zu lernen. Nur in einem Falle konnte eine Übereinstimmung der Absorptionskurven eines Minerals und eines Glases festgestellt werden, und zwar besitzt der Rosenquarz im sichtbaren Teil des Spektrums gleiche Absorption wie ein violettes Manganglas.

Eine Reihe der untersuchten Präparate wurden entgegenkommenderweise zur Verfügung gestellt vom hiesigen Chemischen Institut, von der J. G. Farbenindustrie Werk Bitterfeld, von der Glasfachschule Zwiesel in Bayern durch deren Leiter Herrn Dr.-Ing. Springer, von den Chemischen Werken Schuster u. Wilhelmy in Reichenbach i. d. Oberlausitz und von der Firma Becker in Oberhausen (Rhld.). Ihnen allen soll auch an dieser Stelle für die Förderung der Untersuchung der herzlichste Dank ausgesprochen werden, wie auch der Notgemeinschaft der deutschen Wissen-

schaft, die das zur Ausphotometrierung der photographischen Absorptionsaufnahmen dienende Erhitzungsmikroskop zur Verfügung stellte. Auch Herrn Dr. S t r i e d e r, der durch Rat und Tat die Konstruktion der Apparatur zur Ausphotometrierung der photographischen Platten förderte, sei hier herzlichst gedankt.

Erklärung zu Tafel VI.

Fig.	1.	a	Vergleichsaufnahme	Belichtungszeit	ca.	$\frac{1}{5}$	Sekunde
		b	[illegible]nitrat	,,	,,	2	Minuten
,,	2.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	Sekunde
		b_1	Rubin Nr. 1	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
		b_2	,, ,, 4	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
,,	3.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b_1	Rubin Nr. 7	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
		b_2	,, ,, 8	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
,,	4.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b_1	Pyrop Nr. 1	,,	,,	1	,,
		b_2	,, ,, 2	,,	,,	2	,,
,,	5.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Almandin Nr. 3	,,	,,	1	,,
,,	6.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Almandin Nr. 8	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
,,	7.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
,,		b	Almandin Nr. 12	,,	,,	2	,,
,,	8.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Almandin Madagaskar Nr. 15	,,	,,	$1\frac{1}{2}$	,,
,,	9.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Turmalin Nr. 1	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
,,	10.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Turmalin (grün) Nr. 5	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
,,	11.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Quarz (Amethyst) Nr. 1	,,	,,	2	,,
,,	12.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Quarz (Amethyst gebr.) Nr. 4	,,	,,	1	,,
,,	13.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Manganglas Nr. 1	,,	,,	$\frac{1}{2}$	,,
,,	14.	a	Vergleichsaufnahme	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,
		b	Goldrubin schlecht angelaufen	,,	,,	$\frac{1}{5}$	,,



O. Weigel und H. Ufer: Über Mineralfärbungen.

